



Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles
Band/Vol. 95

Max Welten

**Vegetationsgeschichtliche
Untersuchungen
in den westlichen Schweizer Alpen:
Bern–Wallis**

Textheft

Birkhäuser

Biologische Anstalt Helgoland
Bibliothek

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles
Band/Vol. 95

LIBRARY OF THE
MUSEUM OF NATURAL HISTORY
ZÜRICH

Max Welten

**Vegetationsgeschichtliche
Untersuchungen
in den westlichen Schweizer Alpen:
Bern–Wallis**

Textheft

1982
Birkhäuser Verlag
Basel · Boston · Stuttgart

Biologische Anstalt Helgoland
ÖH Herbar

Die Forschungsarbeiten unterstützte im Laufe der Jahre mehrfach der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Publiziert mit einem Beitrag des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschungen durch die Denkschriftenkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Adresse des Verfassers
Systematisch-geobotanisches Institut der Universität Bern
Altenbergrain 21
CH-3013 Bern
Privat:
Hohliebstrasse 14
CH-3028 Spiegel-Bern

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

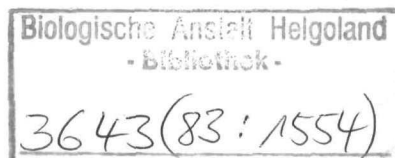
Welten, Max:

Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen : Bern - Wallis / Max Welten. - Basel ; Boston ; Stuttgart : Birkhäuser, 1982.

(Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ; Bd. 95)

ISBN 3-7643-1366-8

NE: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft : Denkschriften der Schweizerischen...



Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten.

Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form - durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren - reproduziert oder in eine für Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

© 1982 Birkhäuser Verlag Basel

Printed in Switzerland by Birkhäuser AG, Graphisches Unternehmen, Basel

ISBN 3-7643-1366-8

*Meiner lieben Frau
und unsern Söhnen Peter, Ernst, Rudolf, Bernhard
dankbar gewidmet*

Zusammenfassung

Der Verfasser hat die ersten 50 Jahre pollenanalytischer Forschung in der Schweiz miterlebt und mitgestaltet. Im Querschnitt vom schweizerischen Mittelland durch die bernischen Vor- und Hochalpen ins tiefe Trockental des Wallis hinunter, an den penninischen Walliser Südalpen empor und über den Simplon ins oberste insubrische Südalpengebiet ist eine grosse Zahl von Einzeluntersuchungen angefallen. Diese werden hier vorgelegt, besprochen und im grössten Zusammenhang betrachtet.

Summary

The author was an active collaborator of the first 50 years of palynologic research in Switzerland. Lot of results was gathered on a transversal section through the western Swiss Alps: from the northern alpine foreland through the Bernese Alps down the slopes of the deep and dry valley of Wallis and again upwards the Pennine Chains and by the Simplon-Mountains to uppermost parts of Southern Alps. Vegetational history of all treated localities is given and a synthesis of results discussed.

Sommaire

L'auteur a activement collaboré pendant ces premiers 50 ans de recherches palynologiques en Suisse. Une longue série de résultats d'analyses à des localités très différentes fut gagnée sur la coupe transversale commençant par le paysage préalpin du nord de la Suisse, surmontant les Alpes Bernoises, descendant dans la vallée profonde et sèche du Valais, remontant les chaînes pennines des vallées sud-valaisannes et transversant le Simplon pour prendre fin sur la pente sud des Alpes. Ces résultats sont présentés aussi bien qu'une vue d'ensemble discutée.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	8	4.7	Mittelwallis, südliche Rhonetalseite.....	50
Liste der untersuchten Lokalitäten	10		Diagr. 21, Zeneggen-Hellelen (Profil A)	50
1 Einleitung	13		Diagr. 22, Zeneggen-Hellelen (Profil B).....	53
1.1 Ziel und offene Probleme.....	13		Diagr. 23, Grächen-See	56
1.2 Pollenanalytische Arbeiten aus dem Unter- suchungsgebiet.....	13	4.8	Diagr. 24, Moor Mont Carré.....	59
2 Lage, Geologie, allgemeine Klima- und Vegetationsverhältnisse	15		Oberwallis, Aletschgebiet.....	62
2.1 Lage der untersuchten Lokalitäten	15		Diagr. 25, Moor Bitsch-Naters.....	63
2.2 Mittelland und höheres Molassevorland	15		Diagr. 26, Eggen ob Blatten.....	65
2.3 Nördliche Kalkvoralpen	15		Diagr. 27, Aletschwald	68
2.4 Mittelwallis	16		Diagr. 28, Greicheralp.....	71
2.5 Oberwallis-Aletschgebiet.....	16		Diagr. 29, Belalp 2330 m ü.M.....	72
2.6 Simplon-Gondo-Robiei	17		Diagr. 30, Belalp 2290 m.....	72
3 Methodisches	18	4.9	Diagr. 31-33, Bodmen bei Alp Bel.....	74
3.1 Probengewinnung.....	18		Simplon-Gondo-Robiei	75
3.2 Aufbereitungstechnik	18		Diagr. 34, Simplon-Hopschensee.....	75
3.3 Analysen	18		Diagr. 35, Simplon, Alter Spittel, Gampisch	80
3.4 Unterschiedene Pollentypen	19		Diagr. 36, Gondo-Alpjen	84
3.5 Rechnerische Verarbeitung.....	21		Diagr. 37a, Robiei, Val Bavona (Tessin), Moorprofil.....	86
3.6 Pollendiagramm	22		Diagr. 37a, Robiei Bodenprofil	89
3.7 ¹⁴ C-Daten.....	22	5 Versuch einer zusammenfassenden Auswertung		91
4 Untersuchungsergebnisse	23	5.1	Zonierung	91
4.1 Bernisches Mittelland.....	23	5.2	Stratigraphische Ergebnisse	92
Diagr. 1, Murifeld 1.....	24	5.21	Beginn der organischen Ablagerungen.....	92
Diagr. 2, Murifeld 2.....	25	5.22	Der Jahreszuwachs.....	93/94
Diagr. 3, Lörmoos	26	5.3	Das Spätglazial.....	95
4.2 Höheres Molassevorland	27	5.31	Gliederung des Spätglazials	95
Diagr. 4, Wachseidorn, Untermoos	27	5.32	Besondere Züge der spätglazialen Vegeta- tionsentwicklung	96
Diagr. 5, Gänsemoos bei Schwarzenburg ...	29	5.33	Gedanken zum Eisrückzug im Wallis	97
Diagr. 6, 7, 8, Süftenenegg	30	5.4	Das Postglazial.....	97
4.3 Tallagen der Kalkvoralpen.....	31	5.41	Die Datierung	97
Diagr. 9, Faulenseemoos XIV bei Spiez	32	5.42	Das Praeboreal.....	98
Diagr. 10, Egelsee bei Diemtigen.....	32	5.43	Das Boreal	98
Diagr. 11, Chutti bei Boltigen	34	5.44	Stand der Vegetationsentwicklung zu Beginn des Atlantikums.....	98
4.4 Berglagen der Kalkvoralpen.....	34	5.45	Die mesophytischen Interglazialwälder des Holozäns	99
Diagr. 12, Saanenmöser.....	34	5.46	Einfluss der menschlichen Kultur auf das Pollendiagramm	100
Diagr. 13, Untere Bunschleralp bei Boltigen.....	35	5.47	Grünerlenausbreitung und Kultureinfluss ..	100
Diagr. 14, Wallbach bei Lenk i.S.....	35	5.5	Bemerkungen zur Methode der pollenanalytischen Landschaftsforschung der letzten 50 Jahre.....	102
4.5. Waadtländer Oberland und unteres Rhonegebiet	37	5.6	Ergänzungen (Verzeichnis weiterer Problemdiskussionen).....	102
Diagr. 15, Pillon.....	37		Zitierte Literatur.....	103
Diagr. 16, Leysin, Les Léchières	39			
Diagr. 17, Etang de Luissel.....	40			
4.6 Mittelwallis, Berneralpenseite	41			
Diagr. 18, Lac du Mont d'Orge ob Sion	41			
Diagr. 19, Montana, Etang d'y Cor	46			
Diagr. 20, Montana-Xirès	50			

Diagramme: Diagrammheft

Vorwort

Jede wissenschaftliche Arbeit ist ein Stück Autobiographie: sie ist ein Stück der Lebensäusserungen mit all den persönlichen Komponenten. Er bestimmt Thema und Umfang, er bringt breite oder beschränkte Erfahrung mit, er hat gute Ideen, Liebe zum Thema, Zeit und Ausdauer, er hat weite oder beschränkte Lernfähigkeit, er entwickelt in sich das Mass von Bon-sens, das das Geringe als gering, das Grosse als Ziel, das Allzugrosse als Beschränkung erkennt, er ergreift nach seinem Verstand die zweckdienlichen Mittel, er koordiniert diese, seine wissenschaftliche Arbeit mit seinen sozialen Verhältnissen und Verpflichtungen. Wissenschaftliche Arbeit ist nicht wissenschaftlich genug, wenn sie sich dieser Voraussetzung nicht bewusst ist. Dieses Bewusstwerden kann drückend sein und zur Abkehr von sog. wissenschaftlicher Arbeit führen. Es kann fehlen und persönliche und menschliche Verpflichtungen vernachlässigen lassen. Menschliches Dasein erfordert die Erfüllung der beidseitigen Ansprüche.

Diese Situation bot mir Freiheiten und Zwänge, die den Gang meiner Arbeit lenkten und bestimmten. Sie sei kurz dargelegt: Durch meine Lehrer, Dr. W. Lüdi und Prof. Dr. W. Rytz, wurde ich in meiner Studienzeit in die Pollenanalyse eingeführt. Es war am Ende der 1920er Jahre, in der Frühzeit pollenanalytischer Forschungen. Zu meinen floristischen, ökologischen und vegetationskundlichen Studien gesellte sich die Begeisterung für die Vegetationsgeschichte. Der Wunsch nach absoluter Zeiteinstufung liess mich Anlehnung an die Prähistorie suchen, wie das in der Frühzeit der Pollenanalyse überall geübt wurde, vielleicht allzulange. Die schwedisch-finnische Warven-Chronologie fesselte mich im Zusammenhang mit den offenbaren Serien von Mikro-Jahresschichten im Faulenseemoos bei Spiez. Meine Jahresschichten-Chronologie von Faulensee half mit, bei uns die Vorstellung von der Dauer des Postglazials auf das richtige Mass zu reduzieren. Für das Spätglazial erwies sie sich als unbrauchbar, da zuviele unsichere Interpolationen verwendet werden mussten. Es lag nahe, mich vorerst ausgiebig mit den Mooren und Seen meines engern Heimat- und Studiengebietes, des Simmentales und des Saanenlandes, zu beschäftigen. Mit dem Faulenseemoos (Welten 1944) wurde zuerst ein Objekt dargestellt, an dem vielseitige und grundlegende Erfahrungen gesammelt wurden. Meine Berufsarbeit als Mittelschullehrer während 19 Jahren und die Kriegszeit 1939–1945 hemmten den Fortschritt und Abschluss meiner Arbeit im Simmental (Welten 1952).

Aus meiner über zweiundzwanzigjährigen Tätigkeit als Hochschullehrer der systematisch-geobotanischen Richtung seien vier für die palynologische Forschung wichtige Punkte erwähnt:

- a) Der Ausbau der Forschungsmittel förderte die Qualität der Arbeit und bot Entwicklungsmöglichkeiten, nahm allerdings auch Jahre in Anspruch: Entwicklung der Aufbereitungsmethoden, der mikroskopischen Analyse, Anlage einer grossen Vergleichssammlung, einer mikrophotographischen Sammlung, Gewinnung einer Laborhilfe.
- b) Die Kontakte mit Kollegen des In- und Auslandes förderten das Bewusstsein für den eigenen Standort.
- c) Entwicklung und Ausbau der Radiokarbon-Altersbestimmungsmethode in den 1950er Jahren befreiten die Vegetationsgeschichte in ihren jüngern Abschnitten von den Sorgen um die zeitliche Einstufung. Wir erfreuten uns in Bern der vollen Unterstützung des Physikalischen Institutes durch den Schweizerischen Nationalfonds. Erste Publikation: Welten und Oeschger 1957.
- d) Schüler und Mitarbeiter brachten willkommene Ausweitungen, Diskussionsmöglichkeiten und selbständige Forschungsarbeiten (Wegmüller, S., 1966; Markgraf, V., 1969, u.a.).

Ich habe es vermieden, jede einzelne Untersuchung und Erkenntnis zu publizieren. Sie waren für mich Teile zusammenhängender Erkenntnis, die Baustein oder Hinweis oder Hypothese, also unreif waren. Sie blieben lange Zeit mein Besitz und mein persönliches Anliegen. Die folgende Publikation hat nicht den Sinn eines Ganzen, eines Endgültigen, auch nicht den einer genügenden Behandlung aufgegriffener Probleme, sie ist eine vorläufige und vielleicht letzte Zusammenfassung meiner Bemühungen und Auswertungen.

Allerdings ist historische Forschung und historische Betrachtung nicht überall hoch im Kurs. Allzu leicht hält man die Kenntnis der Vergangenheit und der voraufgegangenen Entwicklung für überflüssig, glaubt, sich mit den Gegebenheiten des aktuellen Zustandes begnügen zu können und damit die Gesamtheit der Erscheinung erfasst zu haben. Man vergisst leicht, dass wir selbst ein unendlich komplexes Kompositum sind von geschichtlichen Erfahrungen und entsprechenden Anpassungen und nur deshalb leben, weil diese ganze Vergangenheit in uns eingegangen ist. Man übersieht, dass das Erfassen des aktuellen Zustandes in der Natur so schwer ist, weil er ein Punkt auf der Entwicklungslinie aus der Vergangenheit in die Zukunft ist. Geschichte als Verhalten in der Zeit hat volle Aktualität und ist nicht Museumswissenschaft.

In diesem Sinn habe ich mich bemüht, den Anschluss an die Geologie des Jungquartärs herzustellen. Die Palynologie hat sich als mikropaläontologische Methode zu einem wichtigen Hilfsmittel der Glazial- und Interglazialforschung entwickelt (vgl. Welten 1981 und 1982a).

Wer auch immer seine Liebe diesem Forschungsgebiet zuwandte, erkannte Zusammenhänge und staunte. Allen meinen Mitarbeitern, die mir geholfen, mich gefördert, unserer Wissenschaft gedient haben, sage ich herzlichen Dank.

Besondern Dank sage ich auch den Organen des Schweizerischen Nationalfonds für ihre Beiträge an den Aufbau der Palynologie und der Radiokarbondatierung in Bern, für ihre finanzielle Unterstützung unserer quartärbotanischen Untersuchungen über all die Jahre und für einen namhaften Publikationsbeitrag an unsere Arbeiten. Der Kommission für die Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (Präsident Prof. Dr. H. Nüesch, Basel, heute Prof. Dr. M.-R. Sauter, Genève) sage ich Dank für die Aufnahme in die Denkschriften. Dem Verlag Birkhäuser, Basel, danke ich für verständnisvolle Beratung und die Gestaltung der Publikation.

Bern, 15. Februar 1980

Max Welten

Liste der untersuchten Lokalitäten

Die von uns untersuchten Objekte sind fortlaufend aufgeführt in Übereinstimmung mit Lageplan S. 11. Sie sind zu Gruppen mit grossen Buchstaben zusammengefasst. Allen Objekten sind die Koordinaten nach der schweizerischen Landeskarte beigeschrieben und die Meereshöhen. Objekte aus frühern Publikationen sind mit Literaturangabe versehen. Objekte vorliegender Publikation tragen die Textseite der Behandlung und die Nummer des Diagramms. (Fa = Welten 1944, Faulenseemoos; Si = Welten 1952, Simmental)

	Koordinaten	Höhe	Literatur	Seite	Diagramm Nr.
A. Gruppe Mittelland				23	
Burgmoos, Herzogenbuchsee	617.750/224.500	465 m	Welten 1947	-	-
Lörmoos, Bern	598.000/203.520	583 m		26	3
Murifeld, Bern	602.880/198.500	554 m		24/25	1/2
Vielbringen, Worb	607.620/196.320	565 m	Si, S. 28	-	-
Echarlens, Greyerz	573.550/165.590	720 m	Fa, S. 28	-	-
B. Gruppe höheres Molassevorland				27	
Wachseldorn, Schwarzenegg	622.550/185.550	980 m		27	4
Gänsemoos, Schwarzenburg	593.650/186.940	795 m		29	5
Süftenenegg, Rüscheegg	596.900/175.800	1600 m		30	6/8
C. Gruppe Tallagen der Kalkvoralpen				31	
Dählimoos, Amsoldingen	611.860/174.900	640 m	Wegmüller und Welten 1973	-	-
Faulenseemoos XIV, Spiez	619.520/169.800	590 m	Fa, 201 S.	32	9
Ringgenberg (Brienzersee)	633.900/171.900	620 m	Welten, unpubl.	-	-
Egelsee, Diemtigen	607.960/166.260	1000 m	Si, S. 115	32	10
Chutti, Boltigen	596.580/164.740	925 m	Si, S. 35/Eicher 1979	34	11
Seweliswald, Reutigen	612.200/172.740	620 m	Fa, S. 26/Strasser 1972	-	-
Reutigenmoos, Reutigen	612.840/172.740	620 m	Fa, S. 25	-	-
Chrome, Boltigen	596.640/164.940	990 m	Si, S. 39	-	-
Spiezereibucht, Thunersee	619.160/170.800	558 m	Si, S. 107	-	-
D. Gruppe Berglagen der Kalkvoralpen				34	
Obergestelen, Zweisimmen	599.680/158.960	1810 m	Welten, unpubl.	--	
Untere Bunschleren, Boltigen	598.450/160.480	1680 m	Si, S. 50, 79	35	13
Regenmoos, Boltigen	596.600/162.700	1260 m	Si, S. 42/Eicher 1979	-	-
Bruchpass-Jaunpass	592.400/160.040	1509 m	Si, S. 46, 110	-	-
Kilchmoos, Bruchpass	592.000/159.700	1500 m	Si, S. 78	-	-
Saanenmöser	590.200/151.800	1256 m	Wegmüller und Welten 1973, Eicher 1976	34	12
Wallbach, Lenk	597.200/141.780	1885 m		35	14
Pillon, Gsteig-Diablerets	581.460/134.160	1670 m		37	15
Leysin (Waadt)	567.840/132.840	1230 m	Eicher 1979	39	16
Bruchgehrenallmend	612.570/165.860	1380 m	Welten 1950	-	-
Mächlistallsee, Niesenkette	611.440/160.800	2000 m	Si, S. 53, 80, 112	-	-
Obergurbs, Niesenkette	606.900/156.360	1915 m	Si, S. 113, Küttel 1974	-	-
Mettenbergmoos (Kirel)	607.440/158.440	1770 m	Si, S. 114	-	-
Obere Bunschleren	598.560/159.940	1790 m	Si, S. 80	-	-
Sewlenboden, Lenk	603.420/147.080	2120 m	Si, S. 58	-	-
Hahnenmoos, Lenk	604.720/143.600	2020 m	Welten, unpubl.	-	-
Lauenensee, Lauenen	591.960/138.040	1380 m	Welten, unpubl.	-	-
E. Gruppe Unter- und Mittelwallis, Berneralpenseite				41	
Lac de Luissel, Bex	567.460/120.620	540 m		40	17
Lac du Mont d'Orge, Sion	592.440/120.240	640 m	Welten 1977	41	18a, b
Montana-Xirès	602.520/128.540	1445 m		50	20
Montana, Etang d'y Cor	603.060/128.820	1500 m		46	19

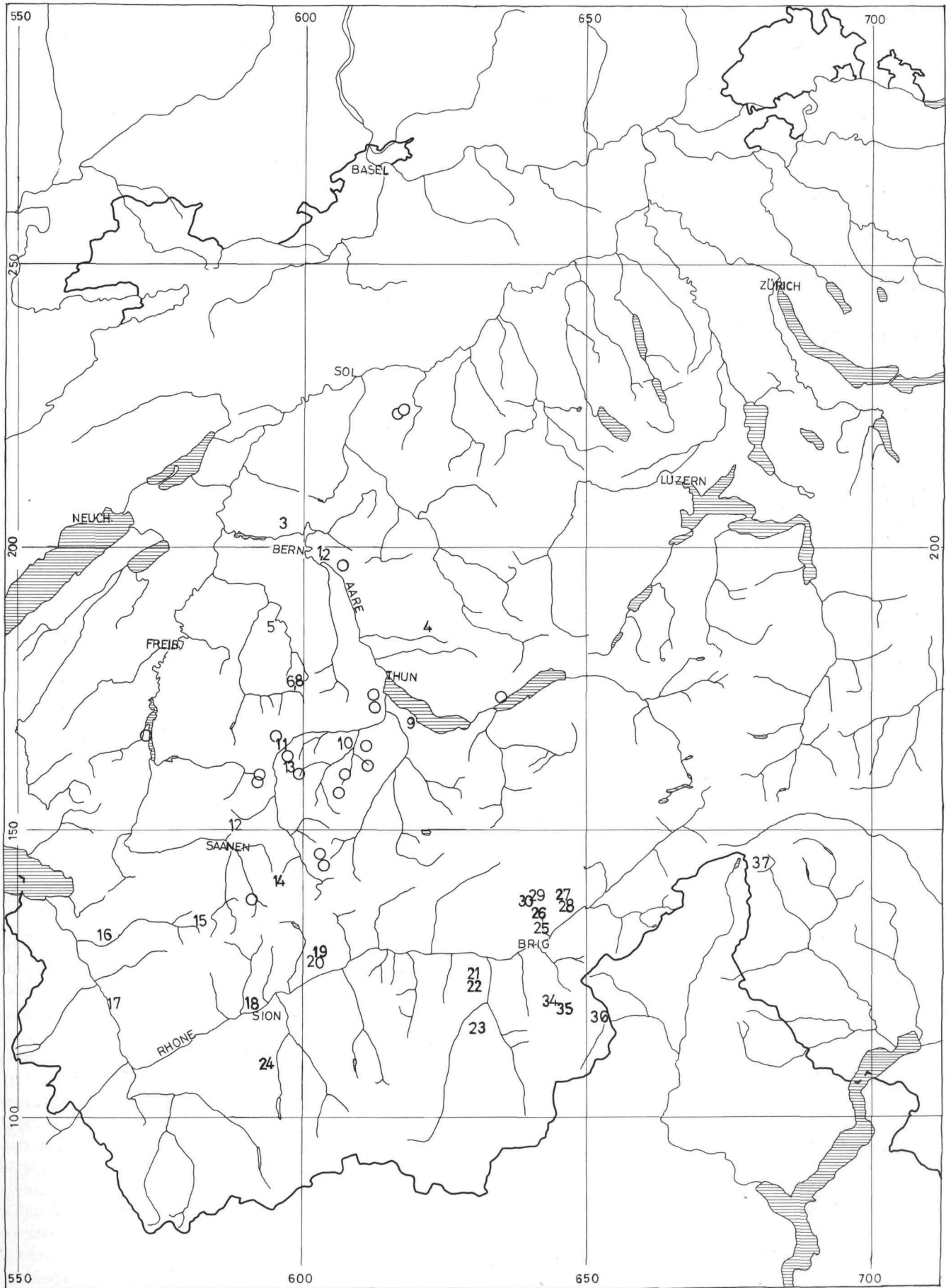


Fig. 1. Lage der vom Verfasser pollenanalytisch untersuchten Objekte in Übereinstimmung mit der nebenan folgenden Liste der untersuchten Lokalitäten. Die Nummer im Lageplan bezeichnet die Diagramm-Nummer vorliegender Publikation und der nebenstehenden Liste. Die leeren Kreise geben die Lage älterer Untersuchungen und Diagramme. Ihre Zuordnung muss mit Hilfe der angeführten Koordinaten erfolgen, evtl. unter Zuhilfenahme der Landeskarten.

Pfynwald, Sierre	610.320/127.020	540 m (Welten)	-	-
Rawilpass	598.720/135.520	2320 m Welten, unpubl.	-	-
F. Gruppe Mittelwallis, südliche Rhonetalseite			50	
Zeneggen-Hellelen	631.180/125.700	1510 m	50/53	21/22
Grächen-See	631.370/116.180	1720 m	56	23
Mont Carré, Hérémente	594.520/111.260	2290 m	59	24
G. Gruppe Oberwallis, Aletschgebiet			62	
Bitsch-Naters	642.500/132.240	1030 m	63	25
Eggen ob Blatten	642.400/135.650	1645 m	65	26
Bodmen bei Alp Bel	640.400/134.640	1980 m	74	31-33
Belalp II	641.380/137.040	2290 m	72	30
Belalp I	641.900/137.180	2330 m	72	29
Greicheralp, Riederalp	645.450/136.550	1910 m	71	28
Aletschwald	645.070/137.640	2017 m	68	27a, b
H. Gruppe Simplon-Gondo-Robiei			75	
Simplon-Hopschensee	645.000/122.460	2017 m	75	34
Simplon-Alter Spittel	644.200/120.060	1885 m	80	35
Gondo-Alpjen	652.000/117.910	1635 m	84	36
Robiei, Val Bavona (TI)	682.880/144.200	1892 m	86	37a
Robiei, Bodenprofil	683.000/143.940	1965 m	89	37b

1 Einleitung

1.1 Ziel und offene Probleme

Das Hauptziel dieser Arbeit war von Anfang an die Ermittlung und Darstellung der Vegetationsgeschichte nördlich und südlich der Berner Alpen. Die Gegensätze zwischen den niederschlagsreichen Nordalpen und den inneralpinen Föhrentälern, die Verhältnisse in den Taltiefen und denjenigen auf grossen Berghöhen boten interessante Probleme, die eine umfassende Bearbeitung rechtfertigten. An der vierten internationalen Tagung der Quartärbotaniker in der Schweiz 1957 (s. Lüdi 1958), die W. Lüdi zusammen mit dem Verfasser leitete, wurden erste Ergebnisse und eine Reihe von ersten Radiokarbondatierungen bekanntgegeben. Eine gedrängte Übersicht gab der Verfasser (Welten 1958) in den Verhandlungen dieser Veranstaltung (Lüdi 1958).

Seither wurden zahlreiche ältere Diagramme überarbeitet, neue erhoben und bearbeitet, das Gebiet erweitert durch Hinzunahme von Profilen aus dem Übergangsbereich zum Südalpenrand, aus dem südlichen Rhonetalgebiet, aus dem Unterwallis, zahlreiche Radiokarbondatierungen ergänzt, Spezialuntersuchungen angestellt für das Spätglazial, die Laacher Bimstufenvorkommen (Wegmüller und Welten 1973), *Ephedra* (Welten 1957), ein fossiles Vorkommen von *Isoetes setacea* (Welten 1967). Die Interglazial- und Interstadial-Untersuchungen aus unserem Untersuchungsgebiet werden hier jedoch nicht eingeschlossen. Sie werden separat publiziert (Welten 1982a).

In der Schweiz ist wie anderwärts die Pionier- und Frühzeit pollenanalytischer Forschung zu Ende gegangen. Ungeklärt sind aber noch Probleme der speziellen lokalen und regionalen Vegetationsentwicklung und feineren Datierung, der geschichtlichen Höhenstufenentwicklung, der spät- und postglazialen Besiedlungsgeschichte, des Fernflugs und seines Ausmasses, der frühesten menschlichen Beeinflussung, der Klimaschwankungen und ihres Ausmasses, der standörtlichen Unterschiede, der Einwanderung und Ausbreitung einzelner Baumarten, der Gletscherstände, der Moorbildungs- und Stillstandsphasen, der Identifizierung und Auswertung weiterer Krautpollentypen und -arten, der Auswertung von Makroresten, der Auswertung von Bodenpollen (Welten 1958, 1962), der genaueren Verfolgung und Auswertung von subrezentem Pollenprofilen, schliesslich dann auch die Erforschung der quartären und tertiären Vegetation, laufend aber auch spezielle methodische Probleme. Da fast alle älteren Untersuchungen nur noch den Wert von Stichproben und Voruntersuchungen haben, sind die Forschungsaufgaben heute fast unbegrenzt. Dazu gesellen sich spezielle Aufgaben der angewandten Pollenanalyse, die jeden Pollenanalytiker mehrmals und oft nur zu sehr beschäftigen. Fast alle diese Probleme verlangen ein gutes Verständnis für Flora und Vegetation und ihre Ökologie, für die klimatischen und pedologischen Verhältnisse einer Gegend. Pollen sind nur in seltenen Fällen blosse morphologische Leitfossilien.

1.2 Pollenanalytische Arbeiten aus dem Untersuchungsgebiet

Mittelland und oberes Molassevorland

Keller (1928) hat im schweizerischen Mittelland die ersten vergleichenden pollenanalytischen Arbeiten durchgeführt. Leider sind ihm gerade in den uns betreffenden Gebieten seiner obern Stufe des Mittellandes bei der Analyse unvermeidliche Fehler unterlaufen, die diesen Teil seiner damaligen Pionierarbeit wertlos machen: das vermeintlich festgestellte frühe Erscheinen der Fichte hat sich bei Nachuntersuchungen nirgends bewahrheitet.

Welten (1947, 1955: Ich selbst habe am Burgäschisee und parallel dazu im nahegelegenen Burgmoos anlässlich der prähistorischen Grabungen von Prof. Tschumi, später von Prof. Bandi (Welten 1967) zahlreiche Untersuchungen durchgeführt und bezeichnete das Diagramm aus dem Burgmoos als Standarddiagramm für das solothurnisch-bernerische Mittelland.

Troels Smith (1955, zusammen mit Sven Jörgensen) hat auf Grund des genannten Standarddiagramms aus dem Burgmoos das Profilstück des Buchen- und Ulmenabfalls genauer untersucht.

Moeckli (1952) hat an einigen Mooren in der Umgebung Berns die spätglazialen Verhältnisse studiert. Leider liessen sich damals noch keine zuverlässigen Korrelationen mit den Interstadialen von Bölling und Alleröd von Nordeuropa herstellen.

Häni, Ruth (1964), hat an unserem Institut ein weiteres langes Mittellandprofil vom Lobsigensee bei Aarberg (zwischen Bern und dem Bielersee) untersucht. Darin konnte zum ersten Mal in der Schweiz eine ¹⁴C-Bölling-Datierung vorgenommen werden (12690 ± 240 BP), wobei freilich das Spätglazial nicht sehr ausführlich dargestellt werden konnte. Markgraf, Vera (1968), hat an unserem Institut das besondere Problem der Sediment- und Vegetationsentwicklung am Moorand des Burgmooses bearbeitet und wertvolle Beobachtungen über die spätglazialen Vorgänge beigebracht.

Buri, Maria (Lic.-Arbeit 1971), hat im zentralschweizerischen Vorland der Alpen zwischen Bürgenstock und Einsiedeln gearbeitet und wertvolle Entwicklungen aus dem Spätglazial und aus der EMW(Eichenmischwald)-Zeit aufgedeckt.

Heeb, Karl, und Welten (1972). Heeb hat das Molassehochland zwischen Aare- und Emmental untersucht, das den alten Botanikern als floristisch wertvolles Gebiet mit Glazialrelikt-Elementen bekannt war. Zufolge seines frühen Todes schlossen wir die weit vorangeschrittene Arbeit ab.

Ammann-Moser, Brigitta (1975), untersuchte die Bildungsgeschichte des Heidenweges zwischen Erlach und der St. Petersinsel im Bielersee, dazu die Seespiegelschwankungen des Bielersees.

Eicher (1979) hat unsere Idee von der Möglichkeit globaler Paläotemperatur-Messung an Süßwasserkalken aufgenommen, zuerst am Spätglazial von Gerzensee, dann an zahlreichen Objekten der nähern und weitem Umgebung. Er konnte nachweisen, dass Bölling (i.w.S.) und Alleröd bei uns eine fast geschlossene interstadiale Warmphase darstellen.

Kalkvoralpen und Hochalpen

Lüdi (1932) hat die ersten, damals natürlich nicht genauer datierbaren Kurzprofile aus kleinen Torflagern von der Grimsel untersucht und publiziert. Ich selbst habe zur selben Zeit ein Hochmoor im Obersimmental, das Senggimmoos bei St. Stephan, analysiert, über das Rytz (1931) berichtete.

Welten (1944, 1950a, 1950b, 1952) hat am Faulenseemoos bei Spiez und dann an zahlreichen Mooren des Simmentals eine Übersicht geschaffen, die die Möglichkeiten und Schwierigkeiten der palynologischen Vegetationsgeschichtsforschung aufzeigte. Erst die Radiokarbon-Altersbestimmungsmethode hat hier die vielseitige und allgemeine Auswertbarkeit gebracht.

Villaret-von Rochow, P. und M. (1958), publizierten die Ergebnisse eines Moorprofils nahe der Waldgrenze in den Waadtländer Voralpen.

Wegmüller, S. (1959), wies mit einem Profil (mit einem ^{14}C -Datum) aus dem Hohgantgebiet nach, dass die dortige massive Entwicklung der aufrechten Bergföhren erst in jüngster Zeit stattgefunden hat.

Bodmer et al. (1973) und Bodmer (1976) untersuchte randliche und Unterwasserablagerungen des Thuner- und Brienersees, z.T. in Zusammenarbeit mit geologischen Untersuchungen.

Ammann, K. (1972, 1975, 1978), studierte im Oberaargebiet an der Grimsel die Veränderung der alpinen Vegetation durch Gletscherschwankungen und untersuchte die historischen und prähistorischen Gletscherschwankungen.

Küttel, M. (1974), wies nach, dass spätglaziale Tonablagerungen auf der Alp Obergurbs im Diemtigtal bereits aus der Zeit vor dem Alleröd stammen. Die Lokalität liegt im Bereich der heutigen Waldgrenze.

2 Lage, Geologie, allgemeine Klima- und Vegetationsverhältnisse

Wir versagen es uns, langatmige Auszüge aus Fachliteratur und bestehenden guten Übersichtswerken wiederzugeben. Wir verweisen für die allgemeinen Angaben auf den Atlas der Schweiz von Imhof (1965ff.), für die vegetationskundlichen auf Hess und Landolt (1967, Flora der Schweiz). Einige uns wichtig erscheinende Punkte heben wir für die einzelnen Landschaften heraus.

2.1 Lage der untersuchten Lokalitäten

Die Liste mit den Koordinatenangaben und Meereshöhen ist auf S. 10 wiedergegeben, zugleich als Übersicht zum Text und zu den Diagrammen. Abb. 1 veranschaulicht geographische und gegenseitige Lage. Die Namen zu den Lokalitäten-Nummern finden sich in der Liste S. 10.

2.2 Mittelland und höheres Molassevorland

Die Lokalitäten dieser Landschaften liegen im tertiären Molassegebiet, das sich als breiter Streifen zwischen Alpen und Jura hinzieht vom Genfersee bis ins schwäbisch-bayrische Alpenvorland. Es liegt vorwiegend in Höhen zwischen 500 und 800 m, dacht sich von den Alpen nach dem Jura ab und wird, grossflächig betrachtet, als Hochebene bezeichnet. Im Kleinrelief stellt es ein Hügelland dar, das in Alpennähe von schmalen, oft schluchtartigen Erosionstätern durchschnitten wird, in tiefern Lagen der Haupttäler und am Jurafuss von breiten Alluvialtalböden durchsetzt ist. Die tiefern Lagen sind in unserem Gebiet alle von Moränenmaterial der letzten Eiszeit überkleistert, das fruchtbare Braunerdeböden geliefert hat. Höhere Molassegebiete in Alpennähe wurden in der letzten Eiszeit von den Gletschern nicht erreicht. Dort sowie auf Kuppen und Steilhängen der Molassehügel (besonders im Gebiet der sandigen Meeresmolasse), wo das Moränenmaterial abrutschte und wegerodiert wurde, findet man flachgründige Böden, die gerne von Waldföhre (*Pinus silvestris*) bestockt werden, oder podsolige Braunerdeböden auf Hochflächen und flachern Hängen, deren Waldvegetation stellenweise von Buchen (*Fagus silvatica*), vorwiegend aber von Tannen (*Abies alba*) und Fichten (*Picea abies*) gebildet wird. Die tiefgelegenen Moränen- und Alluvialböden liegen im Gebiet eines artenarmen Buchenwaldes (*Fagus silvatica*), der von Eichenmischwälderelementen durchsetzt wird (*Quercus*, vorwiegend *robur*, *Ulmus scabra*, *Acer pseudoplatanus*, sehr wenig und selten *Carpinus betulus*, an schattigen und feuchten Stellen *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*). Dieser ursprüngliche Buchenwald ist meist stark von Fichten durchsetzt, vielerorts durch Kulturmassnahmen in Fichtenforst verwandelt. Die Temperaturmittelwerte liegen im Januar zwischen -2° und 0° , Extreme um -22° , im Juli zwischen 15° und 18° , Extreme gegen 30° bis 33° . Die Jahresniederschläge steigen von 100 cm im westlichen Mittelland alpenwärts rasch gegen 140 cm.

2.3 Nördliche Kalkvoralpen

Die tiefsten Talabschnitte dieser Region sind Regenschattengebiete und stehen unter Föhneinfluss. Ihr Jahresniederschlag übersteigt 100–120 cm kaum, während er in Hochlagen und auf der nordwestwärts gerichteten Aussenseite wenig über 200 cm ansteigt. Die Januar-Temperaturmittel sinken in den untersten und tiefsten Talabschnitten kaum unter -2° und liegen in den obern Bergwäldern zwischen -5° und -10° . Die Julimittel erreichen in den Tälern wenig über 15° , in Bergwaldlagen 15° bis 10° . Lokale Mulden und grössere flache Talbodenabschnitte zeigen durchs ganze Jahr Kaltluftstau, die anliegenden Hänge die bekannte Temperaturinversion.

Die geologischen Felsunterlagen sind nur in den tiefsten Talabschnitten mit Alluvionen und Moränenmaterial bedeckt, die fruchtbare Braunerdeböden tragen. Im Hauptteil des Gebietes stehen Kalke (massive Malmkalke und tonige Kreidekalke) an oder alttertiäre Flyschgesteine. Die ersten liefern vorwiegend gutdurchlässige, physiologisch warme Humuskarbonatböden, die letzten meist dichte, tonige, zu Staunässe und Rutschungen neigende, physiologisch eher kalte podsolige Braunerden oder Gleyböden. In warmen Lagen tragen die ersten, etwa im Thunerseegebiet, Waldföhrenbestände, in höhern Speziallagen Bestände der aufrechten Bergföhre (*Pinus mugo* grex *arborea*) (vgl. Schweingruber 1972). Auf weniger extremen Unterlagen finden sich, meist nicht weit in die Täler hineinreichend, Buchenwälder mit vielen Warmwälderelementen (*Quercus petraea*, *Ulmus scabra*, *Tilia cordata*, *Viburnum lantana*, *Coronilla emerus*), im Simmental bis über Boltigen hinaufreichend Efeu (*Hedera helix*) und Stechpalme (*Ilex aquifolium*). Höhere montane Lagen tragen bergahorn-durchsetzte Tannenwälder mit starker Fichtenbeimischung. Den subalpinen Wald bildet die Fichte. Je mehr man sich den Kalkhochalpen nähert, um so mehr treten Arve (*Pinus cembra*) und Lärche (*Larix decidua*) als Waldgrenzbäume auf. Diese Stufe ist durch Weidgang und intensive Weidewirtschaft stark verändert worden. Die Waldgrenze wurde an der Aussenseite der Nordalpen auf 1600 m heruntergedrückt, liegt im Hauptgebiet, das wir betrachten, um 1800–1900 m und steigt in Hochalpennähe noch 100–150–200 m an.

Das ganze Gebiet ist dank seinen tonigen Gesteinen (verbunden mit Sattellagen und Moränenbildungen) ein ausgezeichnetes Wiesen- und Weideland mit zahlreichen Flachmoorbildungen, Muldenmooren und Kleinseen. Es ist überdies in seiner Aussenkette, der Stockhornkette, ein reiches Eiszeit-Refugiengebiet, in dem sich einerseits manches westalpine und mediterran-montane Element erhalten (vgl. Gilomen 1941, Lüdi 1931), manches andere endemisch weiterentwickelt hat (vgl. z.B. Favarger 1960).

2.4 Mittelwallis

Die Lokalitäten der Gruppen E und F, Berneralpen-Südhang und südliche Rhonetalseite, liegen im trockensten und wärmsten Teil der Schweiz. Dieser bildet den Kern eines inneralpiner Föhrentales, das Christ (1879) und Braun-Blanquet (1961) begeistert und ausführlich beschreiben. In E. Schmid's (1950) Vegetationskarte der Schweiz leuchtet der Föhrenwaldsaum (*Pinus silvestris*) rings um die gewaltige Alluvialebene der Rhone intensiv gelb hervor. Er ist freilich von hellroten Flecken durchsetzt, den Inseln mediterraner Flaumeichenbestände, stellenweise auch von Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwaldbestandteilen. Dieser xerische Abschnitt reicht bis über Brig hinauf. Nach Uttingers (1949) Niederschlagskarte liegen die trockensten Gebiete mit unter 60 cm Niederschlag im Jahr im Haupttal im Abschnitt von Riddes bis oberhalb Varen und am Ausgang der Vispertäler (St. Niklaus, Grächen, Törbel, Stalden, dazu Staldenried mit nur 53 cm/Jahr). Die Höhenstufe mit nur 80–100 cm Niederschlag pro Jahr reicht in diesem Gebiet wahrscheinlich über 2000 m hinauf (Grächen, 1629 m, 56 cm/Jahr; Saas-Fee, 1800 m, 87 cm/Jahr). Am Südhang der Berner Alpen ist die Gradation steiler: Montana hat bei 1453 m Meereshöhe 84 cm Niederschlag, Leukerbad bei 1380 m Höhe 105 cm. Bei 2000 m dürften es meistens bereits 120–140 cm sein. Die Temperaturen des kältesten und des wärmsten Monats sind von denen des Mittellandes nicht sehr verschieden (die Talsohle weist im Januar -2° bis 0° , im Juli $17-20^{\circ}$ auf). Die Klimalage des Mittelwallis ist also weniger durch eine extreme kontinentale Temperaturspanne als durch Trockenheit gekennzeichnet. Für das Mittelwallis kommt auf der Berneralpenseite mit ihrer imposanten gleichmässigen Abdachung von über 3000 m auf 500 m hinunter die intensive Insolation hinzu, die tagsüber starke Hangaufwinde erzeugt. Diese kühlen sich in der Höhe von 1200 bis 1800 m ab, treffen auch etwa dort auf feuchtigkeitsbeladene Nordwestwinde, die talaufwärts ziehen oder die Alpen überschritten haben. Dadurch kommt es zu Nebelkondensationen oder gar leichten Nebelregen. Diese leichten «Walliserregen» führen dem Boden oft kaum Wasser zu, befeuchten aber die Vegetation und ermöglichen am nächsten Morgen vermehrte Nebelbildung. Die Wetter-, Nebel- und Regenscheide am Rhoneknief bei Martigny beschreibt Gams (1927) ausführlich (S. 64ff.). Wieviel mehr das Unterwallis mit Regen bedacht wird, erkennt man daraus, dass selbst Talorte mit wenig über 400 m Meereshöhe um 100 cm Jahresniederschlag erhalten. Das führt dazu, dass die Laubmischwälder am Rhoneknief bei Martigny haltmachen, die Buchenwälder in der Höhe der Nebelkondensationen nur mehr ein kleines Stück ins Mittelwallis eindringen. Sie halten sich immer mehr an die feuchtern und schluchtartigen Seitentälchen und meiden die Hangflanke des Rhonetals. Grössere Bestände finden sich nur noch bis in das Tälchen Lizerne-Derborence unterhalb Sion. In derselben Höhe, meist darüber, wird die Buche von der Tanne begleitet. Diese dringt jedoch wesentlich weiter Wallis-aufwärts vor, bis ins untere Lötschental, vereinzelt bis Laden ob Hohentenn (in einer Höhenlage von vorwiegend 1200 bis 1700 m) (Hainard 1968). (Wir selbst fanden ein fruchtendes, 10 m hohes Exemplar von *Abies alba* unter Petit Pré ob Ovronnaz bei 1930 m.)

In dieser Nebelkondensationsstufe beginnt sich von etwa 1000 m an aufwärts die Fichte immer mehr einzumischen, bis sie nach oben zur Dominanz gelangt. Sie erreicht bei 2000 m, vereinzelt bei 2200 m, die Waldgrenze, wird in den höhern Lagen auf trockenen Hängen immer mehr von der Lärche durchsetzt und stellenweise, an der Waldgrenze, ganz durch sie ersetzt.

An waldbegünstigenden Standorten, besonders in Nord- und Nordwest- oder Nordostlagen kommt die Arve (*Pinus cembra*) hinzu und kann dort dominieren und, einzeln, Höhen von 2200–2400 m erreichen. Eine sehr gute Übersicht über die allgemeinen Vegetationsverhältnisse bietet das Blatt 3 der Vegetationskarte der Schweiz von Schmid (1950). Die Lebensverhältnisse der Walliser Felsensteppe hat Frey (1934) dargestellt, in soziologischer Beziehung Braun-Blanquet (1961, S. 153–178). Schliesslich sei auf einen wichtigen geologischen Unterschied des S-exponierten und des N-exponierten Talhangs des Mittelwallis hingewiesen. Der Südhang der Berner Alpen besteht bis in die Gegend des Lötschentals hinauf aus Jura- und Kreide-Kalken der helvetischen Wurzelzone und Decken, während die südliche Rhonetalseite aus den kristallinen Gneisen und Schiefen der penninischen Decken aufgebaut ist. Das hat zur Folge, dass die ältern Abschnitte unserer Pollenprofile rechts der Rhone in Seekreide liegen, links der Rhone in Gytjtjen. Die bekannten expositionsbedingten Merkmale geringerer Vegetationsstufenhöhen der Nordhänge sind nicht immer klar ausgebildet, wenn schon natürlich die Flora einen weniger xerothermen Charakter aufweist.

Dass das Wallis während der letzten Eiszeit bis auf 2000 m hinauf im Haupttal und in den Seitentälern eisbedeckt war und Refugienstellen für anspruchsvollere Vegetation fehlten (nicht für alpine Flora) schafft eine klare Ausgangslage für die Vegetationsgeschichte des Spät- und Postglazials.

2.5 Oberwallis–Aletschgebiet

Die Lokalitäten der Gruppe G, Oberwallis–Aletschgebiet, stellen eine sehr geschlossene Gruppe dar, indem alle sieben Objekte innerhalb eines Kreises von 6 km Durchmesser liegen. Sie liegen auf der rechten Rhoneseite nördlich

Brig-Naters, auf beiden Seiten der Aletschgletscher-Massa-Rinne. Das Gebiet liegt im westlichsten Teil der kristallinen Gneise des Aarmassivs. Die Böden sind Podsole und Humussilikatböden. Rundgeschliffene Felsbuckel wechseln mit Moränen und Mulden und Steilhängen. Die jungen, vom Aletschgletscher vor nicht allzulanger Zeit freigegebenen Böden tragen Pioniervegetation, die Lüdi 1945 und 1950 beschrieben hat. Die nordwest-exponierte Flanke von der Riederfurka bis zum Bettmerhorn und Eggishorn trägt im vordern Teil das Naturschutzreservat des Aletschwaldes, über das Hess 1933/34 und neuerdings ausführlich Richard 1968 abhandeln. Das ganze übrige Gebiet, das S- und SE-exponiert ist, ist in Kultur genommen, soweit es nicht übersteil ist und soweit es nicht über der Waldgrenze liegt. Die übriggebliebene Gehölzvegetation ist oberhalb Naters bis wenig über 1000 m Höhe ein abwechslungsreicher Laubmischwald- und Buschbestand. Höher oben nimmt bis gegen 1300 m die Waldföhre die felsig-trockenen Rundhöckerstandorte ein, während Fichten und Birken Hänge und Tälchen besiedeln. Die eigentliche subalpine Stufe wird von Fichten, Birken und Lärchen eingenommen. Die durch die Alpwirtschaft gelichteten Gehölzbestände nahe der heutigen Waldgrenze werden von reichlich Lärche und wenig Fichte und Arve gebildet. Sie liegen auf Alp Nessel und Alp Bel bei rund 2000 m, übersteigen aber im Gebiet des Aletschwaldes als Elemente der Kampfzone gelegentlich 2200 m. Richard (1968) gibt als Höhe für die Kampfzone im Aletschwald 2100–2200 m an. Wie gering auch nahe der Waldgrenze in diesem Teil des Wallis die Jahresniederschläge sind, zeigt das Ergebnis von Messungen im Aletschwald: bei 2040 m Meereshöhe wurden 120 cm/Jahr registriert (an der Luvseite der Regenwinde kann der Wert in den nördlichen Kalkvorpalen in gleicher Höhe das Doppelte betragen). Für Brig liegt der Wert bei 73 cm. Die Temperaturverhältnisse gehen aus folgenden Zahlen hervor:

	Januar-Mittel	Juli-Mittel
Riederfurka–Aletschwald 2040 m	– 6,5°	+ 10,1°
Brig 690 m	ca. – 1,5°	etwa + 16°

Nach diesen Angaben liegt unser Untersuchungsgebiet entschieden noch im Randgebiet des Walliser Trockentales.

2.6 Simplon–Gondo–Robiei

Die drei letzten Lokalitäten, Gruppe H, liegen am südöstlichen Rand unseres Untersuchungsgebietes und greifen auf ein neues Klimagebiet über, das insubrische, im weitern Sinn südalpine. Alle drei liegen auf kristallinen Schiefern und Gneisen, die zu den penninischen Decken gehören. Alle drei befinden sich in beträchtlicher Höhe und haben gegenüber dem inneralpinen Wallis viel höhere Jahresniederschläge:

Simplon-Hospiz	2000 m	162 cm
Gondo–Alpjen	1635 m	etwa 150 cm
Robiei (Val Bavona)	1892 m	etwa 190 cm

Simplon-Passhöhe und die Alp Robiei liegen heute deutlich oberhalb der Lärchen-Arven-(Fichten-)Waldgrenze. Wenn wir die Einflüsse der Weidewirtschaft in Betracht ziehen, müssen wir die betreffenden Lokalitäten noch als in der Kampfzone des Waldes befindlich bezeichnen. Alpjen liegt auf der linken Seite des Schluchttales bei Gondo, ungefähr gegenüber der Einmündung des Zwischenbergentales. Während an dieser Talmündung noch reichlich Buchen stocken, dominieren in der Höhe von Alpjen im bewirtschafteten Weide-Wiesen-Gebiet Lärchen und Fichten.

Mit diesen letzten drei Objekten ist der Zusammenschluss mit den Untersuchungen Zollers (1960) besonders in den Tieflagen nicht ganz erreicht. Aus dem angrenzenden italienischen Südalpenbereich fand in jüngster Zeit in unserem Institut eine ausführliche Studie von Ruth Schneider (1978) ihren Abschluss.

Die letztgenannte Arbeit bildet das Südende einer breiten Jura-Alpen-Querschnittsuntersuchung, an deren Nordende aus unserem Institut die Untersuchungen S. Wegmüllers (1966) aus dem südwestlichen Jura stehen. Quer zu diesem Nord-Süd-Profil bauten wir unsere Kenntnisse in der Längsachse der Alpen aus: nach Osten durch die Arbeiten H.P. Wegmüllers (1976) aus der Ostschweiz, Weltens (1982b) aus dem Nationalparkgebiet, nach Westen durch die umfassenden Untersuchungen S. Wegmüllers (1977) in den französischen Alpen.

3 Methodisches

3.1 Probengewinnung

Dass in der Technik der Probengewinnung seit Jahrzehnten keine wesentlichen Fortschritte erzielt wurden, liegt am sehr unterschiedlichen Material und an der Unmöglichkeit, manche Moore in den Bergen mit Fahrzeugen zu erreichen. Fast alle Profile weisen Bohrwiderstände auf durch Baumstämme und durch Sand-Kies-Schichten, einige bieten in manchen Abschnitten die Schwierigkeit, dass Gytjen so wässrig sind, dass fast kein Bohrertyp zuverlässig Probematerial fasst. Unsere Versuche mit der Dachnowski-Sonde waren fast immer unbefriedigend: kaum je konnte ein so langer Bohrkern entnommen werden, wie der Bohrer vorgetrieben worden war. (Um blosse Materialzusammenpressung handelt es sich in den wenigsten Fällen, vielmehr meist um zu grossen Reibungswiderstand beim Eindringen des herausgeschnittenen Materialzylinders.) Selten konnten wir Proben an Grabungswänden entnehmen. Fast ausnahmslos arbeiteten wir mit dem schwedischen Hillerbohrer, der sich als kräftiges Pioniergerät im schwer zugänglichen Gelände bewährt und bei sorgfältiger Handhabung gut arbeitet. Zugegeben: bei wechselhaftem Sediment ist Verschleppung und Verunreinigung oft nicht gering. Offenbar sollte man für Bohrungen in problemreichem Material mehrere Bohrer – und viel Zeit – zur Verfügung haben.

3.2 Aufbereitungstechnik

Unsere Aufbereitungstechnik stimmt weitgehend überein mit derjenigen am Moselaboratorium des Nationalmuseums in Kopenhagen und im wesentlichen mit der von Faegri und Iversen (1964): HCl wenn nötig / KOH 10%, Sieben, Dekantieren / HF wenn nötig, und zwar nach Rezept Shell etwa 30 Min. in Wasserbad und nachher mehrmals nachbehandeln mit heisser HCl 10% bis klar / Acetolyse nach Erdtman / (wo nötig) Schwereretrennung mit $ZnCl_2$ -Lösung spez. Gew. 2,0 / Färbepreparation mit wenig KOH 10% / Überführen und Aufbewahren in konzentriertem Glycerin ca. 1,3 / Untersuchen in Glycerin nach Färben mit Fuchsin basisch.

3.3 Analysen

Die Analysen werden bei uns mit Leitz-Binokular-Forschungsmikroskopen durchgeführt mit apochromatischen Objektiven und, wo nötig, mit Immersion. Die Analysenarbeit habe ich zu 99% selbst durchgeführt, während die Aufbereitungsarbeit in der Mehrzahl der Fälle von einer gut eingeführten Hilfskraft besorgt wurde. Die Präparate stellte ich selbst her.

Für die Routinearbeit halten wir eine Pollenzahl von 300–600 für richtig, wobei bei einseitiger Vertretung einer Pollenart oft mehr, bei Pollenarmut gelegentlich auch weniger ausgezählt wurde. Kritisch betrachtet ist diese Festsetzung für ein Übersichtsdiagramm richtig, so wie für ein solches auch relativ grosse Probenabstände zulässig sind. In Wirklichkeit liegt das Hauptproblem nicht so sehr in der statistischen Zuverlässigkeit der Einzelproben-Prozente, sondern in einer genügenden Zahl von Bohrungen und der genügenden Dichte der Strichproben aus den einzelnen auszuwertenden Phasen des Diagramms. Es kann nicht genug betont werden, wie sinnlos es ist, die Zufälligkeiten der Einzelprobe auf Prozente oder Zehntelprozente genau zu ermitteln und die das Mehrfache davon betragenden Abweichungen hart über oder unter der Probe zu vernachlässigen. Wahrscheinlich wäre es statistisch richtiger, bei dichten Proben mit mässiger Pollenausählung Mittelkurven zu zeichnen. Dagegen sprechen die doch recht mühsame Probenaufbereitung und das im Moment der Untersuchung meist noch fehlende Kriterium für eine zweckmässige Probendichte.

Ebenso kritisch wie Probendichte und Pollenzahl sind die präparateigenen Einflüsse auf das Ergebnis zu betrachten: die gute Pollenerhaltung, die für die Untersuchung günstige Materialdichte im Präparat, der Randeffect der ungleichmässigen Verteilung grosser und kleiner Körner beim Auflegen des Deckglases. (So führt die langspindelige Form der Ephedra-Pollenkörner beim Auflegen des Deckglases zu einer Anreicherung in Randpartien des Deckglases und damit zur Unmöglichkeit, den Prozentwert von Ephedra mathematisch-statistisch auf Zuverlässigkeit zu prüfen.) Wir sind in unsern Untersuchungen im allgemeinen noch nicht in jeder dieser Beziehungen so kritisch vorgegangen, dass wir sie als mehr denn eine Übersichtsgewinnung erster Annäherung bezeichnen können.

Die Situation ist recht ähnlich bei der Kenntnis des Pollens und dem zuverlässigen Erkennen fossilen Pollens. Wir verfügen heute bei uns über eine reiche Vergleichssammlung rezenten Pollens, eine grosse Photothek für Vororientierungen, gewisse allgemeine und einige spezielle Lochkartenschlüssel. Wir sind auch bereit, pollensystematisch weiterzuarbeiten, sobald die Forschungsprobleme es wünschbar und die Eigenschaften des Fossilmaterials es sinnvoll erscheinen lassen. Es gilt, hier (und gerade hier!) ein gewisses arbeitsökonomisches Mass einzuhalten, das sich nach der Bedeutung feinerer Bestimmung und nach ihrer Auswertbarkeit richtet. Ich schätze eine gute routinemässige Zuweisung des Fundmaterials zu gewissen Familiensektionen oder Gattungen, wie sie bei Erstellung des Gesamtdiagramms anfällt. Solange man aber über die Bedeutung gewisser Abschnitte des Diagramms im unklaren ist, ist es sinnlos, ungezählte Arbeitsstunden aufzuwenden für unsichere Einzelbestimmungen (Einzelfälle von ungewöhnlichen Pollenformen vielleicht ausgenommen).

Die Fundstellen-Koordinaten in gut hergestellten Dauerpräparaten zu notieren ist gut, wenn man später in Einzelheiten gehen möchte. Die Detailbearbeitung der «Unbekannten» wird wohl am besten nachträglich erfolgen. Entweder geht man dann gewissen Pollentypen nach, die im Pollendiagramm ein charakteristisches und auswertbares Auftreten zeigen, z.B. den vereinzelt Ericaceenpollenfunden, weil sie im Zusammenhang höhere Zuverlässigkeit und Bedeutung gewinnen, oder man sucht in gewissen ausgewählten Horizonten die Krautflora soweit wie möglich zu bestimmen, weil sie, zusammengenommen, vegetationsdiagnostisch auswertbar sind. So sehr diese Prinzipien im Auge behalten wurden, müssen wir gestehen, dass in unserer Arbeit ein detailliertes Eingehen auf Einzelpollen selten planmässig verwirklicht werden konnte.

3.4 Unterschiedene Pollentypen

Die Übersicht über die unterschiedenen Pollentypen, die wir in unserer Simmentalerarbeit (Welten 1952, S. 14/16) gaben, ist zwar in den grossen Zügen heute noch gültig, hat aber doch so manche Änderung erfahren, dass wir sie neu aufstellen. Wir durchgehen die Flora in der systematischen Anordnung der Schul- und Exkursionsflora von Binz-Becherer (1968), die auch für die Nomenklatur verwendet wurde.

Wir unterscheiden mit einiger Zuverlässigkeit (einzelne Typen wurden in der vorliegenden Arbeit nicht festgestellt): Pteridophyta: *Athyrium*, *Cystopteris*, *Dryopteris filix-mas*-Typ, *Dryopteris austriaca*-Typ, *Polystichum*-Typ, *Blechnum*, *Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*, *Osmunda*, *Botrychium lunaria*-Typ, *Equisetum*-Sporen (wo sie reichlich auftreten), *Lycopodium selago*, *L. clavatum*, *L. complanatum*, *L. annotinum*, *L. inundatum*, *L. alpinum*, *Selaginella selaginoides*, *S. helvetica*, *Isoëtes lacustris*, *I. tenella*.

Gymnospermae: *Taxus* (bedingt, kaum aufgetreten), *Abies*, *Picea*, *Larix* (ist stets unterrepräsentiert, wird aber auch in Bruchstücken zuverlässig erkannt), *Pinus cembra* (ist als ganzes Korn an den breit ansitzenden Luftsäcken, die mit Lappen auf die Flanken der Zelle übergreifen, an der Fetzen-Tüpfelung der Bauchwand der Zelle und oft an der bräunlichen Farbe, durchschnittlich auch an der Grösse des Kornes recht zuverlässig ansprechbar, kaum zuverlässig aber abgerissene Luftsäcke), *Pinus non-cembra*-Typ (wenn das Material nicht sehr gut erhalten und stark gemischt ist, unterlässt man meist besser, die Trennung *P. silvestris* und *P. mugo* zu versuchen, resp. begnügt sich mit einem Hinweis auf die mögliche Zusammensetzung des Typs), *Juniperus*-Typ (die Abtrennung von *J. sabina* ist vielleicht in Fällen guter Erhaltung durch die gröbern Keulen möglich oder doch wahrscheinlich zu machen), *Ephedra distachya*-Typ (mit verästelten Pseudocolpen), *Ephedra fragilis*-Typ (mit einfachen Pseudocolpen und rel. wenigen Rippen), *E. strobilacea*-Typ (mit einfachen Pseudocolpen und zahlreichen Rippen) (vgl. Welten 1957).

Typhaceae bis Hydrocharitaceae: *Typha latifolia*, *Typha-Sparganium*-Typ (Einzelkörner, die sich nicht immer klar unterscheiden lassen, die aber in hochgelegenen Gewässern zu *Sparganium* zu rechnen sind), *Potamogeton* Sect. *Eupotamogeton* und Sect. *Coleogeton*, *Scheuchzeria*, *Alisma*.

Gramineae: Die Abtrennung des Cerealia-Typs ist wohl meist zuverlässig, da *Elymus* an Seen und Mooren kaum in Frage kommt. Wenn Porus und Annulus breit, dürfte auch *Glyceria* wegfallen. *Secale*, *Hordeum* und *Triticum* sind wohl meist ansprechbar (weitere Detailuntersuchungen wurden nirgends gemacht).

Cyperaceae: Cyperaceen-Typ (eine Auftrennung in weitere Typen wurde nicht durchgeführt; *Cladium mariscus* dürfte erkannt werden).

Lemnaceae: *Lemna* (wohl erkennbar, doch nie gesehen).

Juncaceae (kaum feststellbar und nie festgestellt).

Liliaceae: Einzelne Körner können gelegentlich zugewiesen werden zu: *Veratrum album*, *Anthericum*, *Allium*, evtl. *Allium schoenoprasum*, *Lilium martagon* und *L. bulbiferum*.

Iridaceae: *Crocus* (sehr selten), *Iris* cf. *pseudacorus*.

Salicaceae: *Salix*-Typ (eine weitere Unterscheidung ist bei der Seltenheit der Körner und bei dem oft stark eingefalteten Zustand sinnlos), *Populus*.

Juglandaceae: *Juglans*.

Betulaceae: *Alnus viridis* (es wird nach einiger Übung bei uns meist zuverlässig erkannt; kleine, rundliche Pörcchen und \pm Fehlen der Arcus), *Alnus non-viridis*-Typ (zwar kann *A. glutinosa* vielleicht an den strichartig verlängerten Rauigkeiten erkannt werden, doch kommt bei uns die Art weder im Kalkgebiet, noch in grössern Höhen in nennenswerten Mengen vor: es handelt sich darum meist um *Alnus incana*), *Betula* (die Unterscheidung von *B. nana* kann grössenstatistisch und auf Grund der relativ flachen Poren, wo nötig, versucht werden; die beiden baumförmigen Arten werden wohl besser nicht unterschieden, zumal sie überdies häufig Bastarde bilden), *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, (*Ostrya*).

Fagaceae: *Fagus silvatica*, *Castanea sativa*, *Quercus*-Typ (die weitere Artunterscheidung halten wir im Rahmen unseres Spektrums für unmöglich).

Ulmaceae: *Ulmus*-Typ.

Moraceae: *Humulus* und *Cannabis* bleiben als Einzelkorn schwer zu unterscheiden; wo sie gehäuft auftreten, wird eine Bestimmung gewagt werden dürfen.

Urticaceae: *Urtica*-Typ.

Loranthaceae: *Viscum album*.

Santalaceae: *Thesium*-Typ (sehr selten).

Polygonaceae: *Rumex*-Typ (eine weitere Unterscheidung kann bei gegebenen ökologischen Bedingungen und Fragestellungen versucht werden), *Polygonum amphibium*, *P. persicaria*, *P. convolvulus*, (*P. aviculare*), *P. bistorta* und *viviparum*, (*Fagopyrum*).

Chenopodiaceae: *Chenopodium*-Typ.

Caryophyllaceae: Caryophyllaceen-Typ (wir unterscheiden an Hand von Lochkartenschlüsseln, Bildern und Präparaten eine ganze Reihe von Arten oder doch Gattungen, haben es aber auch dann nicht immer durchgeführt, wo es möglich wäre – aus Zeitmangel).

Nymphaeaceae: *Nymphaea*, *Nuphar*.

Ranunculaceae: Ranunculaceen-Typ (eine weitere Unterscheidung ist nach unsern Vorarbeiten und solchen, die bei uns durchgeführt wurden, möglich, doch meist nicht durchgeführt worden), *Thalictrum*-Typ (nach den wenigen grossen Poren zu schliessen, handelt es sich meist um *T. aquilegifolium*).

Cruciferae: Cruciferen-Typ (eine förmliche Bestimmung ist bei der grossen Artenzahl kaum sinnvoll; in Mooren wird häufig *Cardamine* in Frage kommen).

Droseraceae: *Drosera*-Typ (selten!).

Crassulaceae: Saxifragaceae: *Sedum*-Typ, *Saxifraga oppositifolia*-Typ und *cernua*-Typ, *Parnassia*.

Rosaceae: Rosaceen-Typ (obwohl bei uns Schlüssel ausgearbeitet wurden, z.B. durch Herwig Teppner, wurde in den Zählprotokollen meist nur der operculate *Potentilla*-Typ abgetrennt und wurden weitere Bestimmungen nicht versucht; in subalpinen Lagen dürfte nach *Sorbus aucuparia* und *Prunus padus* gefahndet werden).

Papilionaceae-Leguminosae: Leguminosen-Typ (die weitere Unterscheidung schwierig, mit Ausnahme vielleicht von *Trifolium*, *Anthyllis*, *Lotus*).

Geraniaceae: *Geranium*-Typ (in unserer Wildvegetation handelt es sich wohl fast immer um *Geranium silvaticum*).

Linaceae: *Linum*-Typ (eine genauere Zuweisung ist gelegentlich möglich).

Polygalaceae: *Polygala*-Typ (selten).

Euphorbiaceae: *Euphorbia*-Typ.

Buxaceae: *Buxus* (selten!)

Aquifoliaceae: *Ilex aquifolium*.

Aceraceae: *Acer*-Typ.

Rhamnaceae: *Rhamnus cathartica*, *Frangula alnus*.

Vitaceae: *Vitis* (mehrfach schon sehr früh; Wildform?)

Tiliaceae: *Tilia*-Typ (die Aufspaltung in *T. cordata* und *T. platyphyllos* wurde vielfach durchgeführt).

Malvaceae: *Malva*-Typ (nirgends gefunden).

Hypericaceae: *Hypericum*-Typ (kaum notiert).

Cistaceae: *Helianthemum alpestre*-Typ, *H. nummularium*-Typ.

Elaeagnaceae: *Hippophaë rhamnoides*.

Onagraceae: *Epilobium*-Typ.

Haloragaceae: *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*, *M. alternifolium*.

Araliaceae: *Hedera helix*.

Umbelliferae: Umbelliferen-Typ (nach unsern Schlüsseln können manche Gattungen und Arten unterschieden werden; leider reichte die Zeit nicht, es überall zu versuchen, obwohl viele Arten wertvolle ökologische Zeiger darstellen).

Cornaceae: *Cornus*-Typ (nirgends gefunden).

Pyrolaceae, Empetraceae, Ericaceae: Wohl meist als Ericaceen-Typ notiert, soweit es sich um \pm kompakte Tetraden handelte. Sicher abgetrennt wurden *Calluna vulgaris*, *Empetrum*, *Rhododendron*, *Vaccinium*-Typ, *Arctostaphylos* (*Erica* und *Loiseleuria* dürften selten eine Rolle spielen).

Primulaceae: Kaum erkannt, evtl. *Lysimachia*-Typ.

Plumbaginaceae: *Armeria*-Typ (*Statice*-Typ).

Oleaceae: *Fraxinus (excelsior)* (in unserem Untersuchungsgebiet nur diese), *Ligustrum*-Typ.

Gentianaceae: *Menyanthes trifoliata*, *Gentiana*-Typ (Gefahr der Verwechslung mit dem gröbern *Helianthemum*-Typ).

Convolvulaceae: *Convolvulus sepium (Calystegia)*, *C. arvensis* (nicht gefunden).

Polemoniaceae: *Polemonium* (nicht gefunden).

Labiatae: Labiaten-Typen (ungenügend bekannt und seltener auftretend).

Scrophylariaceae: Selten und kaum erkannt (evtl. *Melampyrum*-Typ).

Lentibulariaceae: *Pinguicula*-Typ (sehr selten).

Plantaginaceae: *Plantago*-Typ, relativ gut zu unterscheiden: *Plantago lanceolata*, *Plantago alpina*, *P. media* und *maior* (letztere nicht immer gut zu trennen), *Plantago atrata*.

Rubiaceae: Rubiaceae-Typ (in fast allen Fällen handelt es sich sicher um *Galium*).

Caprifoliaceae: *Sambucus*-Typ, *Viburnum*-Typ (evtl. in die zwei Arten aufzulösen), *Lonicera*-Typ.

Valerianaceae: *Valeriana*-Typ (wohl meist sicher aufzulösen, wenigstens hinsichtlich *V. officinalis* und *V. dioica*), (*Valerianella*-Typ).

Dipsacaceae: *Knautia*-Typ, *Scabiosa*-Typ.

Campanulaceae: *Campanula*-Typ (einschliesslich *Phyteuma*).

Compositae tubuliflorae: Compositae-tubuliflorae-Typ. (Wir können auf Grund von Schlüsseln, Photographien und

Präparaten eine grosse Zahl dieser Typen wenigstens bis zur Gattung bestimmen; für die Erkennung der Wildflora kommt die Kenntnis der möglichen Taxa sehr zu Hilfe, obwohl solche Beschränkungen kritisch gehandhabt werden müssen. Leider reichte die Zeit auch hier nicht zu einer durchgehenden Bearbeitung).

Compositae liguliflorae: Compositae-liguliflorae-Typ. (Auch hier sind einige Einzelbestimmungen möglich; doch sind gerade die kenntlicheren Arten die selteneren, weshalb es wohl die Mühe nicht lohnt, grosse Anstrengungen zu unternehmen.)

Für die dargestellte Typenbestimmung ist es sehr wichtig, dass kritische Formen stets durch Koordinatenangaben gesichert und wenn möglich, falls es sich um interessante Feststellungen handelt, photographiert werden (da doch manche Präparate auf die Dauer mangelhaft werden können).

Nicht minder wichtig ist das sorgfältige Aufbewahren des aufbereiteten Materials (auch von Resten der Originalprobe!).

3.5 Rechnerische Verarbeitung

Was die rechnerische Verarbeitung der Zählergebnisse betrifft, fühlen wir uns heute nicht mehr so kanonisch gebunden wie vor zwanzig und dreissig Jahren, wo die Frage der Einbeziehung von *Corylus* in die Pollensumme die Gemüter erhitzt hat. Das weitaus «Normalste» ist die Einbeziehung aller Pollen in die Pollensumme, solange man bloss das Ergebnis der Analysen graphisch darstellen will. Für den Zweck der Interpretation freilich ist diese Gesamtsumme oft unbrauchbar, da darin alle von allen andern abhängig sind. Man hat nie davon gesprochen, Moosporen einzubeziehen, selten, Farnsporen einzurechnen (vgl. jedoch Zoller 1960), wohl im Gefühl, wir lebten nicht in einem Mooszeitalter und nicht in einem Farnzeitalter. Beide gehören aber in unsere Vegetation, und es wäre ganz in Ordnung, sie einzubeziehen, wo es sich um die Darstellung der lokalsten Vegetation handelt, z.B. in einem insubrischen Moorwald bzw. in einem Schneetälchen. Wir lassen sie ausserhalb, weil wir noch viel anderes ausschliessen. Überall ist man einig, Wasserpollen auszuschliessen (obwohl sie meist so spärlich auftreten, dass die übrigen Prozentwerte praktisch dadurch nicht verändert werden). Gerne schliesse man auch die mooreigenen Pollen aus und tut es auch häufig bei Cyperaceen, wenn sie hohe und stark schwankende Werte annehmen. Doch schon im Bereich der alpinen Rasenstufe fragt man sich, ob viele Cyperaceenpollen nicht aus den umgebenden Trockenrasen stammen und darum nicht ausgeschlossen werden dürften. Das bedeutet, dass wir bei diesem Ausscheiden die Ortsvegetation von der Umgebungsvegetation trennen möchten, um sie für sich zu interpretieren. Wenn man in so inhomogener Vegetation arbeitet, wie das in bergigem Gelände der Fall ist, geht man gerne noch einen Schritt weiter und versucht, Fernflugpollen zu erkennen und auszuschliessen.

So wird man sich langsam der Problematik der Prozentbeziehung bewusst und fängt ohne konventionelle Fesseln zu denken an. Dabei stellt man zuerst fest, wie wir durch unsere Analysenarbeit über Tausende und aber Tausende von Informationen verfügen, erkennt dann aber allmählich, wie schwer es ist, daraus etwas Vernünftiges und erst noch Anschauliches herauszulesen. Zweierlei soll daraus hervorgehen: die Vegetationsverhältnisse in jedem beliebigen betrachteten Zeitpunkt und deren Veränderung mit der Zeit. Niemals stellt der ermittelte Pollenniederschlag schon «die Vegetation» dar, da Vegetation nicht ein homogenes Gemisch aller Arten und Individuen einer Gegend ist. Wir sind gezwungen, auf Grund unserer persönlichen Anschauung und Erfahrung und auf Grund des Vergleichs mit den Resultaten an andern Objekten der Gegend, diese vielen Informationen zu bündeln, auseinanderzunehmen, was nicht zusammengehört, möglichst nah aneinanderzulegen, was sich im Kampf ums Dasein den Platz streitig gemacht hat. Man müsste so viele Bündel erstellen, als Vegetationskomplexe vorhanden waren, hat aber nur die recht unterschiedlich repräsentierten Pollenniederschläge in Händen, weitgehend nur die der windblütigen Arten, zudem in einem Abbildungsstab, der durch die Pollenproduktion einerseits, die Distanz vom Auffangort andererseits bestimmt wird. War die Vegetation am Profilort eine einheitliche, homogene, so sollten wir die Pollen dieses Bündels als 100% setzen, die Pollen des Moores oder Sees für sich als 100%, die Pollen des Fernflugs je 100% für jedes Fernflugbündel. War die Vegetation am Profilort aber ein Mosaik, was im Stadium der Neubesiedlung, bei der Sukzession, bei Naturkatastrophen oder als Dauerzustand an der Waldgrenze oder an andern Höhenstufengrenzen häufig der Fall ist, wird man gerne die lokalen Bündel alle zusammenlegen zu 100%, um vorerst ein Übersichtsbild zu entwerfen.

Bei diesen Gruppierungsversuchen leiten uns erfahrungsgemäss folgende Grundsätze:

1. Die Krautpollen stammen vorwiegend aus der nächsten Umgebung. Wir entnehmen diesen Grundsatz der Erfahrung, dass gehölzreiche Vegetation keine hohe NBP-Menge erzeugt, dass in unsern gehölzreichen Gegenden Krautpollen aus entfernten Gegenden nicht leicht in die Atmosphäre gerät, dass in gehölzreichen Gegenden der Pollenniederschlag stets dominierenden Gehölzpollen aufweist, auch dann, wenn in einiger Entfernung offene Krautvegetation vorherrscht.

2. Eine mindestens 10–20% der Gesamtpollensumme erreichende Baumpollenart stand mit grösster Wahrscheinlichkeit in nächster Nähe. Man wird also anfänglich die Arten mit hohen Prozenten herausgreifen, wenn man die Vegetation rekonstruieren will. Gegen dieses Vorgehen sind einige Einwände zu erheben: Bei verminderter Pollenproduktion einer Baumart gegenüber einer andern können die geringen Prozente der ersten Art soviel bedeuten wie die hohen der zweiten. Und: Eine entfernt stehende, doch flächenmässig vielmal stärker vertretene Art kann am Profilort ebensoviel Pollen aufweisen wie die hier vorhandene, jedoch in einem lichten Mosaik stehende oder gar noch dazu wenig Pollen erzeugende Baumart. Verhältnisse in diesem Sinn treten in unserer Vegetation z.B. auf, wenn am Ort selbst lichter Lärchenwald, in einiger Entfernung dichter Waldföhrenwald steht.

3. Reichlicher Kleinstrauchpollen dürfte fast immer aus der nächsten Umgebung stammen. Das lässt sich daraus verstehen, dass sie einem Vegetationstyp entstammen, der vorwiegend niedrig und baumlos ist, entweder Pioniervegetation oder Kleinstrauchheide. Wir denken etwa an Weiden, Sanddorn, Wacholder und Ericaceen. Sie geben als bodennahe Gehölze ihren Pollen nicht so leicht an die Luft ab, eine Erscheinung, die durch etwa hinzutretenden Baumwuchs sehr verstärkt wird.
4. Unsicherheiten der Zuordnung werden bei diesem ersten Gruppierungsversuch immer bestehen, besonders für Arten mit relativ niedrigem Prozent und geringer Pollenproduktion. Für die Prozentberechnung und das Pollendiagramm ist es praktisch gleichgültig, ob sie einbezogen werden oder nicht; die Prozentwerte ändern sich dabei kaum. Ob sie in die Vegetation des Profilorts gehören, muss durch die abschliessende Diskussion geklärt werden. In ähnlicher Weise sind vielleicht auch gewisse NBP oder Kleinstrauchpollen abschliessend als ortsfremd auszuklamern.
5. Eine gewisse der heutigen entsprechende und nicht ganz unähnliche Höhenstufenfolge ist für die Vergangenheit wahrscheinlich. Besonders kritisch muss bei solchen Analogiekonstruktionen das Vorliegen eines Spezialstandorts geprüft werden, weil sich unsere Pollendiagramme stets nur auf Einzelpunkte beziehen, unsere Kenntnis der heutigen Höhenstufung dagegen auf beliebig viele Punkte des mittlern regionalen Standorts aufbauen kann.
6. Dass für die Rekonstruktion der Höhenstufenvegetation die Möglichkeit des Vergleichs zeitlich zuverlässig zugeordneter Diagramme von verschiedenen Punkten derselben Gegend von hervorragender Bedeutung ist, versteht sich von selbst.

3.6 Pollendiagramm

In der Darstellung im Pollendiagramm halten wir uns im allgemeinen ungefähr an das, was wir in unserer Simmentalerarbeit sagten. Die Pollenfrequenzkurve lassen wir meist weg, da sie doch ohne zusätzliche Angaben gewöhnlich nicht auswertbar ist. Die Zahl der ausgezählten Pollen wird in der letzten Kolonne angegeben. In ihr liegt ein pauschales Indiz für die Zuverlässigkeit des Materials und der Untersuchung.

Wir setzen die konventionelle Blytt-Sernandersche Zonengliederung in der angenäherten mitteleuropäischen Anpassung von Firbas 1949, ein, obwohl wir ihr, gemessen an unsern montan-alpinen Datierungsschwierigkeiten und in Übereinstimmung mit der auftauchenden Möglichkeit der Radiokarbon-Altersbestimmung, immer geringere Bedeutung beimessen. Wir schliessen uns im Prinzip ganz dem Vorschlag Mangeruds an, der in deutscher Sprache in Mangerud, J., Andersen, S.T., Berglund, B.E. und Donner J.J. (1974, S. 120–122) dargestellt ist. Danach verzichten wir auf eine unsichere und problematische klimatische Grossgliederung des Pollendiagramms und ersetzen sie durch eine Gliederung in radiokarbondatierte Chronozonen, die zwar vorläufig noch die gewohnten und vielgebrauchten Firbasschen Namen tragen, doch in ihren Grenzen standardisiert werden, nämlich in:

Subatlantikum	2500 BP bis heute	(BP = before present)
Subboreal	5000–2500 BP	
Atlantikum	8000–5000 BP	
Boreal	9000–8000 BP	
Praeboreal	10000–9000 BP	

(Die angegebenen Jahre sind als Radiokarbon-Jahre verstanden.)

Obwohl wir diese Gliederung konventionell übernehmen, müssen wir betonen, dass wir ihr kaum stratigraphische Bedeutung zubilligen. Der Fortschritt der so definierten Chronozonen besteht aber darin, dass die konventionellen Namen nur dann gebraucht werden, wenn sie chronologischen Abschnitten entsprechen, die das vorgelegte Chronozonen-System definiert hat. Die Möglichkeit der Anwendung der konventionellen Bezeichnungen zur Gliederung des Postglazials ist damit aufgehoben, weil ihre nach lokalen biostratigraphischen Gesichtspunkten erfolgte Grenzziehung aufgehoben ist. Sie ist ersetzt durch ¹⁴C-chronologische Kriterien. Unter diesem Gesichtspunkt scheint es uns nur noch eine Frage der Zeit, wie lange man noch die Blytt-Sernanderschen Stufenbezeichnungen verwenden will. Bei uns scheint mir nur noch die Grenze Boreal/Atlantikum einen allgemein anerkannten und relativ präzisen stratigraphischen Wert zu besitzen. Uns scheint deshalb das vorgeschlagene Chronozonen-System eine vorläufige Übergangslösung von einer nordeuropäischen quasi-klimatologischen Gliederung zu einer allgemeineren ¹⁴C-chronologischen Gliederung. Es sei aber klar ausgesprochen, dass diese «modernere» Gliederung nur dann mehr wert ist, wenn Diagramme dicht radiokarbondatiert sind. (und das ist noch selten kritisch zuverlässig der Fall!).

3.7 ¹⁴C-Daten

Unsere ¹⁴C-Daten entstammen alle dem ¹⁴C-Labor am Physikalischen Institut der Universität Bern. Wir danken Kollegen Oeschger und seinen Mitarbeitern für die grosse Arbeit der Aufbereitungen und Messungen und das stete Verständnis bei allen Schwierigkeiten und Diskussionen. Eine grössere Zahl von Messresultaten ist bereits mit sehr kurzem Kommentar publiziert worden (Oeschger, Bern Radiocarbon Dates). Eine gute Zusammenstellung bis 1974 geben Oeschger et al. (1977). Sie sollte auf den heutigen Stand ergänzt werden, da nur über solche Listen die interessanten Ergebnisse auch fremder Laboratorien zugänglich werden.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Untersuchungsergebnisse aus dem bernischen Mittelland

Präzise und zeitrichtige Vorstellungen über die mittel- und jungquartäre Geomorphologie des tiefern Molasselandes besitzen wir noch nicht. Wir wissen heute bloss, dass mindestens die drei letzten Eiszeiten das bernische Mittelland überprägt haben: mindel-, riss- und würmzeitliche Ablagerungen finden sich in der Mulde von Meikirch nördlich Bern. Mindestens für diese drei letzten Eiszeiten steht fest, dass ein mächtiger Lappen des Rhonegletschers das schweizerische Mittelland vom Genfersee bis über Solothurn hinaus bedeckte und dass sich dieser Gletscher in der Gegend von Bern mit dem Aaregletscher vereinigte bzw. diesen auf seinen Südostrand drängte.

Wie in den meisten Vergletscherungsgebieten sind auch im Bereich des Aaregletschers die älteren glazialen und interglazialen und die jüngeren frühwürmzeitlichen Formelemente viel schwerer zu erkennen als die Moränen und Alluvionen aus der Zeit der Rückbildung des Hauptwürmgletschers. Mehrere Stadien des höchsten Würmstandes und seiner Rückzugsstadien bzw. seiner jeweiligen Wiedervorstösse werden unterschieden: Seftigschwand-, Gurten-, Bern-, Schosshalden-, Muristadium, weiter südwärts Jaberg-, Thun-Strättlig-, Interlaken-, Innertkirchenstadium. Ihre Parallelisation mit den Stadien des Reuss-, Linth- und Rheingletschers ist aber noch recht problematisch, insbesondere auch eine Zuordnung zu den Ostalpenstadien des Hauptwürm, des Bühl, des Geschnitz und des Daun, nicht zu sprechen von Steinach, Schlern, Egesen.

Die Angabe, dass unser Untersuchungsobjekt Murifeld im Bereich der Schosshaldenmoränen liegt, dass unser früher beschriebenes Objekt Vielbringen hart vor den Moränen des Muristadiums liegt, dass sich das Faulenseemoos bei Spiez zwischen Strättlig- und Interlakenmoränen befindet, lässt darum noch keineswegs irgendeinen zeitlichen Vergleich mit andern Gletschergebieten zu. Noch ein anderer Grund verbietet heute sinnvolle Vergleiche: alle diese Objekte liegen im Bereich der maximalen Vergletscherung und wurden alle unter gemindert-glazialen Klimaverhältnissen eisfrei. Das bedeutet, dass die Vegetations- und Bodenentwicklung keine so grossen Fortschritte erzielt hatte, dass im nördlichen Alpenvorland wesentliche Rückwanderungserscheinungen klar unterscheidbare Diagrammabschnitte hätten entstehen lassen. Man findet im Gegenteil überall eine Pionierphase mit relativ hohem *Pinus*-Fernflugprozent und eine NBP-reiche *Artemisia*-Chenopodiaceen-Phase mit deutlich höherem *Betula*-Prozent. Solange wir diese einförmigen Abschnitte nicht datieren können, stehen auch Mutmassungen über die Sedimentationsraten auf schwachen Füssen. Hingegen scheint es heute nicht ganz aussichtslos, dass Schwankungen des ¹⁸O/¹⁶O-Verhältnisses Vergleiche über grössere Distanzen ermöglichen.

Wir verweisen auf die Ergebnisse Eichers (1976, 1979) an unserem Institut. Damit ist die momentane methodische Situation gekennzeichnet. Sie war bis vor 25 Jahren noch viel ungünstiger. Bis zum Jahr 1956 waren alle Parallelisationen zwischen dem alpinen und dem nordischen Spätglazial Arbeitshypothesen. Erst 1957 konnten der vierten internationalen Tagung der Quartärbotaniker in der Schweiz von uns die zwei ersten Alleröd-Daten aus den Alpen vorgelegt werden (Murifeld-Bern B-38 und Boltigen-Chutti B-75, s. Bern Radiocarbon Dates I, Oeschger 1959). Und erst 1965 legten wir das erste Datum für Bölling aus der Schweiz vor (B-398, Oeschger et al. 1966 und Häni 1964). Mit diesen ersten Datierungen waren aber auch die ersten sehr grossen methodischen Schwierigkeiten der Spätglazialdatierung aufgetaucht. Sie sind zu einem guten Teil schuld an der verspäteten Publikation unserer frühen Untersuchungsergebnisse.

Diese Schwierigkeiten bestanden in dieser ersten und in fast allen andern Spätglazialmessereien darin, dass fast stets einzelne Resultate völlig aus dem Rahmen fielen. In der Murifeldserie sind es die Messproben B-42 und B-36. Da beide zu jung ausfielen, hätte man an Verunreinigung durch junges organisches Material denken können; doch liess sich diese Möglichkeit nachträglich nicht mehr nachprüfen. Deshalb richteten wir unsere Anstrengungen auf die Gewinnung guten, an der Grabungswand entnommenen und wohlentwickelten Spätglazialmaterials. Das war in der Folge an zwei Lokalitäten möglich: im gleichen kleinen Moor des Murifeldes anlässlich der Verlegung einer tiefliegenden Kanalisationsleitung im November 1962 und später (April 1965) an einer ungewöhnlich schönen Torfstichwand in Wachsdorn (s. S. 33, Heeb und Welten 1972). Eine ähnlich verwirrende Messreihe hat in den letzten Jahren eine Studentin, Maria Buri (noch nicht publiziert), an einem gut entwickelten Spätglazialabschnitt vom Zugerberg erhalten. Soweit wir das heute überblicken können, liegen zwar in vereinzelt Fällen zu junger Daten wahrscheinlich Verunreinigungen durch jüngeres Material vor, in andern Fällen zu hoher Alter scheinbare Überalterung durch Vorliegen von Wasserpflanzenmaterial aus kalkhaltigen Gewässern (mit teilweisem Bezug von C aus dem Bikarbonat), evtl. auch durch Beimischung von Asphalt oder Graphit aus dem eingeschwemmten Muttergestein. Darüber hinaus scheinen aber noch systematische Abweichungen von der Grundvoraussetzung der ¹⁴C-Altersbestimmung zu bestehen, wonach das ¹⁴C/¹²C-Verhältnis auch im Spätglazial konstant war. Es scheint heute, dass die Abweichungen von dieser Annahme im Spätglazial grösser waren, als sie für das Postglazial durch die verfeinerten dendrochronologischen Untersuchungen erwiesen sind.

Wir kommen bei der Besprechung des Diagramms Wachsdorn auf das Problem zurück, möchten aber schon hier auf die Problematik aller spätglazialen Daten hinweisen.

Diagramm 1: Murifeld bei Bern, 554 m ü. M.

Die ersten Bohrungen wurden ungefähr 100 m östlich der Strasse Bern–Muri und wenig nördlich der Egghölzli-Moräne im Zusammenhang mit meinem ersten Einführungskurs in die Pollenanalyse im Oktober und November 1951 und im April 1952 ausgeführt. Das kleine Flachmoor von wenig mehr als 100 m Durchmesser lag über einem Toteisloch von 6–7 m Tiefe, wie es solche noch mehrere gibt in der Umgebung Berns (vgl. Rytz 1937, Möckli 1952, Vielbringen in Welten 1952, Lörmoos in dieser Arbeit). Es war zur Zeit der Bohrungen auf zwei Seiten von landwirtschaftlichen Kleinpflanzungen umgeben, auf zwei andern von den Landstrassen Bern–Muri und Egghölzli–Emmental–Luzern. Die Vegetation war in der mittlern Partie noch ordentlich feuchtigkeitsliebend, obwohl ein Abzugsgraben jegliche Weiterentwicklung verunmöglichte. Auch ohne diese künstlich geförderte Austrocknung lag ein Stillstandskomplex vor mit relativ viel *Carex fusca*, *C. echinata*, *C. canescens*, Hypnaceen und *Viola palustris*, dazu in den feuchtern Partien mit einigen *Salix cinerea*-Sträuchern.

Die obersten 100 cm des Profils bestanden aus schwarzer bis dunkelbrauner Torferde. Darunter folgte stark zersetzter brauner Flachmoortorf, der unterhalb ca. 200 cm bis 300 cm in nassen, gyttjahaltigen Hypnaceentorf überging. Darunter folgten Seekreide und Kalkgyttja bis 414 cm, fast reine leicht tonige Gytta bis 439 cm, dann Tongyttja bis ca. 520 cm, zuunterst blauer Lehm bis zu einem undurchbohrbaren Steinwiderstand bei 640 cm, der als Oberkante fluvio-glazialer Sedimente, evtl. als Moräne gedeutet wird. Bei 400 cm notierten wir bereits 1951 ein feines scharf begrenztes Tonbändchen von fast 5 mm Dicke, das sich später als vulkanischer Laacher Bimstuff entpuppte (vgl. Wegmüller und Welten 1973).

In den oberen Teilen des Flachmoortorfs war die Pollenerhaltung so schlecht, dass sich eine Untersuchung nicht lohnte: der Haselgipfel fand sich in ungefähr 120 cm Tiefe. Das ganze übrige Profil war spätglazial und praeboreal, stellt also das typische Produkt eines weiten Gletscherabschmelzbeckens dar. Um einige tiefe Füsstränge und Klötze des abschmelzenden Gletschers hatte das Schmelzwasser Moränenmaterial und weiterhergetragene Schotter angehäuft, das Becken vorübergehend jeweils teilweise ausebnend. Die Löcher einiger Toteisklötze und -stränge wurden von neu eingeschwemmtem Schottermaterial und von Sand ausgefüllt, wenn sie wegschmolzen. Wenige solche Toteislöcher entgingen der Auffüllung durch grobe Sedimente oder schmolzen unter einem dicken Sedimentmantel erst dann weg, als die Gewässer bereits einen andern, bestimmten Lauf eingenommen hatten, evtl. auch erst, als zusammenhängende Vegetation grobe Einschwemmung verhinderte. Die Auffüllung solcher Toteisbecken ist naturgemäss stark abhängig vom Abschmelzen des Toteisklotzes. V. Markgraf (1967) hat diese Vorgänge im Randgebiet des Burgmooses neben dem Burgäschisee untersucht. Im Diagramm Murifeld 1 fällt auf, wie mächtig die tonigen und Tongyttja-Ablagerungen der Ältesten Dryas sind im Vergleich zu den nur etwa 15 cm mächtigen Ablagerungen aus der Böllingzeit und der Zeit der Ältern Dryas. Es liegt nahe anzunehmen, dass nach relativ reichlicher Einschwemmung der Abschmelzphase Ia die mineralische Einschwemmung in der wärmern Böllingphase deshalb zum Ausklingen kam, weil an dieser Stelle das unterliegende Eis weggeschmolzen war. Die Kurve der relativen Tonpartikeleinschwemmung (5. Kolonne des Diagramms) spricht für diese Deutung. Darüber hinaus könnte man folgern, dass ein grösserer Teil des Tongehalts im Abschnitt Ia aus dem Randgehänge der Toteismulde stammt, das durch den Abschmelzvorgang laufend denudiert und steiler gemacht wurde, dass also der obere Teil des Abschnitts Ia (etwa 545–445 cm) unter relativ günstigeren klimatischen Verhältnissen stand, als der reichliche Tongehalt anzudeuten scheint.

Während die Bildung der tonigen Gytta zwischen 439 cm und 414 bzw. 400 cm eher als Bildung in kühlerem Wasser mit einer Vegetation von *Myriophyllum spicatum*, *Batrachium* und *Potamogeton* aufzufassen sein dürfte, finden sich in den höhern Abschnitten in Kalkgyttjen Spuren anspruchsvollerer Arten wie *Nymphaea* und *Typha*.

Wenn auch die Zoneneinteilung im ältern Abschnitt keine Schwierigkeiten zu bieten scheint – wir haben sie für Ia und Ib bereits verwendet –, ist sie in den jüngern Abschnitten des Spätglazials in dieser Höhenlage alles andere als einfach. Alleröd (II) dürfte zwischen 428 und 350 cm liegen. Der oberhalb des Laacher Bimstuffs abgelagerte Profilabschnitt ist ungewöhnlich schnell gewachsen; der niedrige Tongehalt und die hohen *Betula*-Werte sprechen noch deutlich für allerödzeitliches Alter. Die Jüngere Dryas (III) hebt sich durch höhern Ton-Schluff-Gehalt, erhöhte *Artemisia*- und andere NBP-Werte und auf diesen Abschnitt konzentrierte *Ephedra*- und *Juniperus*-Vorkommen bei niedern *Betula*-Werten ordentlich gut vom Alleröd und vom nachfolgenden Praeboreal ab (350–240 cm). Wie der obere Teil des Alleröds ist auch die Jüngere Dryas und das anschliessende Praeboreal ungewöhnlich mächtig entwickelt, einerseits als Folge des bereits relativ günstigen Wärmeklimas, andererseits als Folge der Verlandungssituation, in der sich zu dieser Zeit das kleine Gewässer befand.

Wir haben (Welten 1958, anlässlich der 4. internat. quartärbotanischen Tagung in der Schweiz) ohne Diagrammwiedergabe auf S. 156 eine Zoneneinteilung diskutiert, die sich auf die genannten ersten ¹⁴C-Daten stützte, die offenbar problematischer sind, als man damals dachte. Das Datum B-36 9250±160 BP, das mitten in Zone III liegt, ist völlig unbrauchbar. Es wird korrigiert durch zwei Nachmessungen an Material aus einer weitem Bohrung vom gleichen Bohrort: B-439 und B-440 aus 281 und 291 cm Tiefe ergaben beide 10 580 Jahre abs., was der Jüngern Dryas in Nord-europa ausgezeichnet entspricht. Gleichzeitig bestätigte eine Datierung aus Zone Ib/Ic (B-441 mit 13 210±400 BP) trotz scheinbar etwas zu hohem Alter das böllingzeitliche Alter der Birkenzeit (Radiocarbon, Oeschger 1966). Die Unsicherheiten in der Altersbestimmung legten das zu tun nahe, was überall dort am Platz ist, wo ein bestimmtes Datierungsproblem gelöst werden soll; neues Pollendiagramm mit engen Probeabständen mit einer angemessenen Anzahl von ¹⁴C-Datierungen (Voraussetzung: einwandfreie Probeentnahme). Diese Möglichkeit bot sich im Diagramm 2, Murifeld bei Bern.

Nachwort: Die Datierungen im Murifeld bei Bern gehören auf das erste Blatt der ^{14}C -Altersbestimmungen in der Schweiz. Nachdem im ^{14}C -Laboratorium in Kopenhagen zum ersten Mal das Alleröd Nordeuropas datiert worden war und die Daten auf der Quartärbotanikertagung in Dänemark 1953 demonstriert worden waren, ersuchte ich das dänische Labor um Datierung von Material aus dem Murifeld. Unser Material musste wegen Auftragsüberhäufung unbearbeitet zurückgesandt werden, konnte dann aber 1957 in unserem Berner ^{14}C -Labor (Prof. Houtermans und Dr. Oeschger) gemessen werden (zusammen mit neu entnommenem Material). Die Probe B-38 mit einem Alter von 10950 ± 250 BP datierte zum ersten Mal im Bereich der Alpen einen Abschnitt, den ich als Alleröd betrachten konnte (Oeschger et al. 1959). Im Murifeld wurde auch das erste schweizerische Böllingdatum gemessen: Wir schrieben in «Bern V, 1966», S. 22/Radiocarbon 8: «It is now the first to record the Bölling-zone: the pollendiagramm is clear and the dates fix the warm time as beginning at ca. 11400 B.C. (13350 BP), and ending at ca. 10500 B.C. (12450 BP) in full correspondance with north and central European datings... Another sample of Bölling age in Switzerland, Lobsgensee (B-398, Bern IV), though not proved to belong to the zone, is fully confirmed by this series.»

Wir stellen die Messdaten der beiden Murifeldprofile zusammen:

Profil 1			Profil 2		
B-34	185 cm tief	8070 ± 135 BP	B-501	- 69 cm tief	11580 ± 200 BP
B-37	165 cm tief	8150 ± 180 BP	B-500	- 35 cm tief	11580 ± 200 BP
B-42	405 cm tief	10100 ± 210 BP	B-499	- 17 cm tief	11900 ± 200 BP
B-38	412,5 cm tief	10950 ± 250 BP	B-498	+ 7 cm tief	13210 ± 180 BP
B-439	281 cm tief	10580 ± 120 BP	B-497	+ 5,5 cm tief	12730 ± 200 BP
B-440	291 cm tief	10580 ± 200 BP	B-683	+ 15 cm tief	13340 ± 200 BP
			B-634	+ 42 cm tief	13860 ± 200 BP

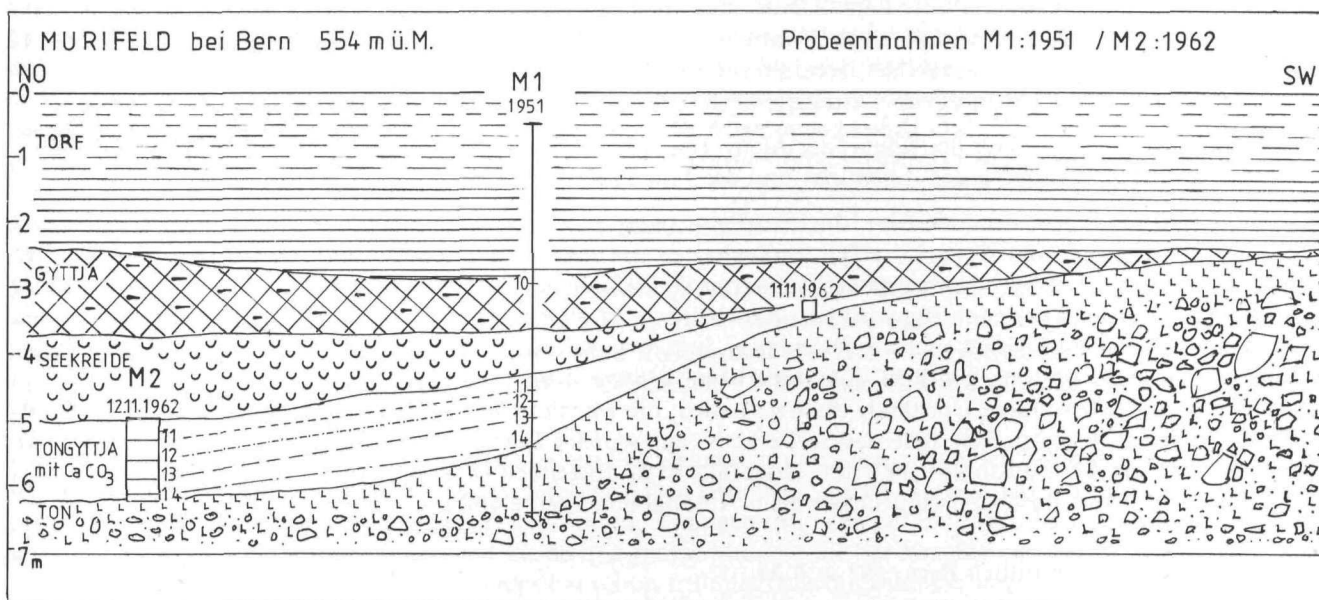


Fig. 2. Murifeld bei Bern: Halbschematische Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse und der Lage der Bohrung 1951 und der Kastenprobenentnahme 1962. – Die Ziffern 10–14 bezeichnen Jahrtausende BP, die Ziffer 11 die Lage des Laacher Bimstuffs.

Diagramm 2: Murifeld bei Bern, 550 m ü.M.

Im Zusammenhang mit dem Autobahnbau wurde im Spätherbst 1962 ein tiefer Kanalisationsgraben angelegt, der das Toteisbecken des Murifeldmoors anschnitt und die fluvioglaziale Oberfläche sichtbar werden liess. Fig. 2 gibt einen halbschematischen Überblick über die stratigraphischen Verhältnisse der westlichen Moorhälfte.

Die Untersuchung ergab, dass am Entnahmepunkt vom 11.11.1962 die sandfreie Tongyttja mit dem Böllingabschnitt kaum mehr als 11 cm Dicke hatte, am Entnahmepunkt vom 12.11.1962 der Böllingabschnitt dagegen ca. 45 cm dick war und darunter noch von mindestens 40 cm mächtiger Tongyttja aus dem Abschnitt Ia unterlagert war. An diesem tiefsten Punkt wurden Kastenproben entnommen. Der darüberliegende Seekreideabschnitt war durch Baumaschinen bereits gestört und in Bewegung geraten. Die Bohrung für Diagramm 1 war zwischen den beiden Prüfpunkten des Grabens von 1962 und nicht im tiefsten Punkt der Mulde entnommen worden.

Das Diagramm 2 vom Murifeld stellt eine Detailuntersuchung dar vom Übergang Ia/Ib bis zum Übergang II/III. Es ist überdies durch sieben Radiokarbon daten ausgezeichnet datiert, zudem durch die Laacher Bimstuffschicht bei - 56 cm trefflich markiert. In diesem Bereich scheinen die ^{14}C -Alter eine in sich gut zusammenhängende Reihe darzustellen; einzig das Datum aus der Jüngern Dryas bei -69 cm fällt etwas aus der Reihe, wogegen sich ein für den Bimstuffs angenommenes Alter von 11000 BP gut in die Reihe einfügt.

Diagramm 2 vom Murifeld darf deshalb als Standarddiagramm der Bölling- und Alleröd-Geschehen im bernischen Mittelland aufgefasst werden. Die Aufwärmphase des Präbölling Ia2 weist einen gleichmässig niedrigen Baumpollenstand von etwa 20% auf, der vorwiegend aus Birken gebildet wird, daneben aber stets einige Prozent *Pinus*, *Juniperus* und *Salix* und häufige *Ephedra*-Spuren aufweist. Nach meinen Zählprotokollen von 1962 sind 60–80% der Birkenpollen morphologisch *Betula nana*, der Zwergbirke, zugeschrieben worden. Das älteste im schweizerischen Voralpengebiet bis heute bestimmte ¹⁴C-Alter, $13\,860 \pm 200$ BP, liegt bei 42 cm. Das bedeutet, dass der Abschnitt Ia wahrscheinlich doch bedeutend länger gedauert hat, als man hätte vermuten können, nämlich 500–700 Jahre.

Wenn man für die Pionierphase der Vegetation im Abschnitt Ia1 auch nur eine Dauer von wenigen hundert Jahren annimmt, kommt man für das Alter des Schosshaldenstadiums auf einen Mindestwert von 12500 Jahren v. Chr. oder 14500 Jahren vor heute.

Der Böllingbeginn ist in ausgezeichneter Übereinstimmung mit dem Norden auf 13300 BP datiert. In den ersten 100–200 Jahren dominierten in der Gehölzflora *Juniperus*-Sträucher, untermischt mit *Hippophaë*- und Weidensträuchern. Sofort verminderten sich die mineralischen Einschwemmungen in das Seebecken. Um 13100 BP verdrängten in natürlicher Sukzession Birken, Weiden und Pappeln die vielen *Juniperus*-Gebüsch. Die Birken dürften jedoch einen recht lichten Baumbestand dargestellt haben, der sich wahrscheinlich auf die feinerdereichen und feuchten Gewässerränder konzentrierte. Gleichzeitig damit verschwanden für sehr lange Zeit (bis in die Jüngere Dryas) die nachweisbaren *Ephedra*-Spuren. *Pinus* war im Murifeld in I wohl nicht vorhanden, wurde durch die Klimabesserung auch kaum merklich gefördert. Die *Pinus*-Pollenspuren sind also in Ia und Ib als Fernflug zu betrachten, aus Reliktbeständen, die nicht in der Nähe des Murifeldes standen.

In der oberen Hälfte der Birkenzeit nehmen *Artemisia*-Pollen wieder zu, in schwächerem Mass Rubiaceen- und *Rumex*-Pollen. Man wird diesen Abschnitt, der etwa zwischen 12500 und 11600 BP liegt, als sehr schwachen Klimarückschlag deuten und hier die Ältere Dryas des Nordens suchen wollen. Nach gewissen Baumpollen-Prozentschwankungen und Mineralpartikelschwankungen beurteilt, ist dieser «Abschnitt Ic» in der Höhenlage des Murifeldes nicht nur schwach ausgebildet, sondern zudem uneinheitlich, aus mehreren Schwankungen zusammengesetzt. Ein entsprechendes glaziologisches Ereignis dürfte erst weit alpenwärts zu suchen sein.

Den relativ günstigen Charakter des Klimas der Ältern Dryas unterstreicht die Tatsache der Einwanderung der Föhre vor dem endgültigen Rückgang der *Artemisia*- und der Mineralpartikel-Werte.

Während der Allerödphase dominiert im Murifeld *Pinus* (wohl *P. silvestris*) über die Birken, treten zum ersten Mal reichlichere Farnsporen vom *Dryopteris*-Typ, Straucharten wie *Rhamnus* und *Viburnum opulus* und hochstaudige Waldstauden auf. Die NBP gehen aber bemerkenswerter Weise kaum unter 15% zurück. Die Grenze Alleröd/Jüngere Dryas kann angenähert durch den Bimstoff bestimmt werden, ist aber pollenanalytisch in diesem schnellwachsenden Sediment ähnlich wie in Murifeld 1 schwer festzulegen, besser wiederum durch Zuhilfenahme der Mineralpartikelkurve. Das ist angesichts der geringen NBP-Zunahme bemerkenswert. Es ist aber auch möglich, dass im Murifeld die Grenzziehung durch besondere Umstände erschwert wird, die wir nicht kennen (z.B. Abschwemmung von allerödzeitlichem Material in die tiefern Teile des Seebeckens, aus welcher Erscheinung sich auch das zu hohe Alter von 11580 BP in –69 cm Tiefe zwanglos erklärte). Jedenfalls ist im folgenden Diagramm diese Grenze viel schärfer. Das Murifeld-Flachmoor ist durch Zuschüttungen beim Autobahnbau heute völlig vernichtet.

Diagramm 3: Lörmoos nördlich Bern, 583 m ü.M.

Ungefähr 4 km NW von Bern, in nur 8 km Entfernung vom Murifeld und in fast gleicher Höhenlage, befindet sich das Lörmoos. Trotz der geringen Distanz liegt es nicht mehr im Aaregletscherbereich (oder wurde doch nur im frühen Würmbereich vom Aaregletscher erreicht), sondern in demjenigen des Rhonegletschers. In der Gegend finden sich zahlreiche Muldenmoore, die aber meist melioriert wurden und heute Kulturen tragen. Das Lörmoos liegt in einer kleinen Mulde, die schwer zu entwässern ist. Es stellte bis in die letzten Jahrhunderte hinein ein typisches Hochmoor dar. Der Hochmoortorf wurde im ganzen Gebiet des Moores abgetorft und als Brennmaterial in die Stadt Bern verkauft.

Das Lörmoos stellt (wie der unweit in östlicher Richtung liegende Riedernsumpf) einen Hochmoor-Regenerationskomplex dar. Die Regeneration ist heute soweit fortgeschritten, dass tragende Sphagnum-Moosdecken mit reichlichem *Eriophorum vaginatum* und mit prächtigen *Oxycoccus quadripetalus*-Beständen die z.T. mehrere Meter dicken Gytta- und Dyschichten überdecken. Das kleine Hochmoor steht unter Naturschutz. Stellenweise trägt es Waldföhren und *Calluna*-Anflüge, stellenweise dichte *Salix cinerea*-Bestände, anderwärts hochwüchsige Schwarzerlen, nur vereinzelt trostlose Fichtenkomplexe.

Die Bohrung mit dem Hillerbohrer wurde im westlichen Teil ungefähr in dessen Zentrum niedergebracht. Nur der oberste Meter lieferte wässerigen und wohl z.T. gestörten Hochmoortorf. Darunter findet man je nach Bohrtiefe 2–3 m Gytta und Dy. Wohl im ganzen Bereich der Lörmoosmulde findet sich die schon vom Murifeld erwähnte Laacher Bimstoffschicht in einer Dicke von 2–3–4 mm, gewöhnlich darüber und darunter von einer bis 1 cm dicken okergelb verfärbten Gytta-schicht gesäumt. Diese Bimstoff-Marke ermöglichte es, an zwei verschiedenen Tagen je eine besonders sorgfältig entnommene 50-cm-Kanne aus zwei verschiedenen Bohrlöchern ins Labor zu nehmen, wo die Entnahme der Analysenproben in Abständen von 2 cm besonders zuverlässig erfolgen konnte.

Das Diagramm umfasst nur den Abschnitt vom Böllingbeginn bis zum Haselmaximum. Es liegt in der ganzen Länge in einheitlicher und so schluffarmer Gytjtja, dass alle Proben einheitlich bloss mit Kalilauge und Acetolyse behandelt werden konnten und dadurch vergleichbare Mineralpartikelwerte liefern. Überdies wurden alle Proben auf hohe Pollenzahlen ausgezählt.

Die Analysen der höhern Abschnitte des Diagramms zeigten selbst in 80 cm Tiefe weder *Fagus*- noch *Abies*-Pollen. Fast der ganze obere Profilabschnitt ist also eichenmischwaldzeitlich. Er wird in einer besondern Untersuchung über die Eichenmischwaldzeit der Schweiz behandelt (M. Buri, nicht publ.).

Das in Diagramm 3 erarbeitete Pollendiagramm wurde an keiner Stelle ¹⁴C-datiert. Es ist in seinem Verlauf so klar, stimmt mit andern Diagrammen so vollkommen überein, ist durch den Bimstuff so gut markiert, dass die Zoneneinteilung nicht schwer fällt. Diese wird durch die Mineralpartikelkurve ausgezeichnet unterstützt. Wir verzichten darum im Text auf die Diskussion der Zoneneinteilung und verweisen auf das Diagramm selbst.

Dagegen müssen wir nachdrücklich auf einen auffälligen Unterschied zu den Diagrammen vom Murifeld hinweisen. Das Diagramm zeigt in seinem ganzen Verlauf eine viel stärkere prozentuale Vertretung von *Betula*, die einem Standortsunterschied der beiden Lokalitäten entspringen muss. Murifeld liegt in einem weiten Zungenbeckengebiet mit Moränen und reichlichen Kalkschottern, die infolge tiefen Grundwasserstandes und guter Durchlässigkeit zeitweise austrockneten. Lörmoos anderseits liegt im Gebiet, wo der Rhonegletscher ältere jungquartäre Schotter und Molassehügel schliff und hier, weit von den Stirnmoränen, wenig und kalkarmes Moränenmaterial liegen liess, wo übrigens auch die weitere Umgebung zu stagnierender Nässe neigt.

Der birkenfreundliche Standort des Lörmooses bringt gegenüber dem föhrenfreundlichen des Murifeldes ein recht abweichendes Diagramm hervor. Während das Bölling, solange die Föhre noch nicht eingewandert war, an beiden Lokalitäten fast genau gleich aussieht, erscheint das Alleröd im Murifeld als Föhrenzeit mit stark zurücktretendem Birkenanschlag, im Lörmoos als Birken-Föhren-Zeit mit nur wenig stärkerer Vertretung der Föhre. Auffällig ähnlich mit dem Alleröd ist an beiden Lokalitäten das frühe Praeboreal. Um so interessanter ist nun aber das Bild der Jüngern Dryaszeit: im Murifeld hebt sie sich schlecht von den angrenzenden Zonen ab, im Lörmoos zeigt sie eine ausgesprochene Föhrendominanz, die im Diagramm direkt für die Abgrenzung von II und IV verwendet werden kann. An beiden Lokalitäten ist die Jüngere Dryas durch erhöhte *Artemisia*-Werte ausgezeichnet.

4.2 Untersuchungsergebnisse aus dem höhern Molassevorland

Es ist bekannt, dass die Höhen und Hochflächen des Molassevorlandes um 800–1100 m, zerschnitten durch tiefe Erosionsgräben, klimatisch eher rauhe, kühlfeuchte Siedlungsgebiete mit Einzelhöfen und kleinen Weilern darstellen, wo der Mensch hauptsächlich aus Viehzucht (Gross- und Kleinvieh, Gras- und Weidewirtschaft), in nur beschränktem Mass aus Kartoffel- und Getreideanbau, z.T. aber auch aus der Holzwirtschaft lebt (untere Lagen Buchen-Weisstannen, obere Lagen Weisstannen-Fichten).

Diese Landschaft trug nur in den Hochglazialzeiten Lokalglatscher und auch nur in der Nähe der Kalkvoralpen. Sie wurde aber überall von den grossen Talglatschern der Alpen (Rhone-, Saane-, Aare-, Reuss-, Linth-, Rheingletscher) eingeeengt und in den Hochstandszeiten z.T. überfahren. So zeigen sie in den tiefern Lagen heute Moränenwälle, Stauschotterebenen, Grundmoränenböden und kleine und grosse Mulden, die zur Vernässung und Vermoorung neigen. Der Moorreichtum dieses tertiären Berglandes hat schon früh die Quartärbotaniker angezogen, um so mehr als sich diese Moore als floristisch reich erwiesen. Karl Heeb hat diese Verhältnisse für die Wachsedorngegend dargestellt (Heeb und Welten 1972). Auf der Grundlage des umfassenden Moorinventars der Schweiz von Früh und Schröter (1904) hat als erster Paul Keller (1928) diese obere Stufe des Mittellandes pollenanalytisch untersucht. Allerdings mussten Lüdi (1939) für die Innerschweiz und neuerdings Heeb (1972) für das Schwarzenegggebiet feststellen, dass die Ergebnisse von Keller unbrauchbar sind. Dasselbe stellte Maria Buri (unveröffentlicht) am Zugerberg fest.

Die vegetationsgeschichtlichen Verhältnisse des Molassevorlandes zwischen dem Aare- und dem Emmental sind in sieben ausführlichen und mehrfach radiokarbon-datierten Pollendiagrammen aus Meereshöhen zwischen 567 m und 1260 m sorgfältig dargestellt (Heeb und Welten 1972). Wenn wir in einem weitem Diagramm aus dem Wachsedornmoos (Diagramm 4) nochmals auf ein Moor dieser Gegend greifen, so geschah es aus zwei Gründen: einmal hatten sich beim Zusammenschluss von zwei Profilstücken der Arbeit Heeb grosse und grundlegend wichtige Schwierigkeiten ergeben; dann aber waren bei der Datierung des Spätglazials des schönsten Diagramms von Wachsedorn immer wieder so unverständliche Resultate aufgetaucht, dass eine Nachuntersuchung von vielseitigem Interesse war.

Den vegetationsgeschichtlichen Verhältnissen des Schwarzenburgerlandes zwischen dem Aaretal und dem Sense-Saane-Gebiet sind die zwei Diagramme vom Gänsemoos und der Süftenegg gewidmet. Sie liegen im Grenzbereich des Rhone- und des Aaregletschers.

Diagramm 4: Wachsedorn, Untermoos, 980 m ü.M.

Nachdem wir am 1.4.1965 die fast 5 m hohe Torfwand zusammen mit Karl Heeb bis zum Fuss auf den mineralischen Grund ausgegraben hatten, wiederholten wir die Grabung 1971 nochmals mit Samuel Wegmüller und entnahmen Ka-

stenproben mit einem Querschnitt von 10 x 10 cm über den Spätglazialabschnitt weg. Das ermöglichte eine beliebige und wiederholte Probeentnahme für Pollenanalysen und zeitliche Detailuntersuchungen. Der ganze Spätglazialabschnitt liegt in einem Cyperaceen-Hypnaceen-Torf von fast 1 m Mächtigkeit mit einer jährlichen Zuwachsrate von ca. 0,3–0,4 mm. Der Torf hatte einen so geringen Gehalt an mineralischen Bestandteilen, dass alle Proben bloss mit Kalilauge und Acetolyse bearbeitet werden konnten. Die Kurve der auf die Pollensumme bezogenen Mineralpartikel grösser 20 μ ist darum in ihrem ganzen Verlauf signifikant.

Im Diagramm 4 sind im Gegensatz zur Publikation Heeb und Welten 1972 die Cyperaceenpollen bei der Berechnung aus der Pollensumme ausgeschlossen worden. Dadurch weisen die beiden Diagramme ein recht unterschiedliches Bild auf. Wir haben zwar 1972 betont, dass die Seggenflachmoorvegetation im Spätglazial und besonders in Zeiten der Waldlichtung möglicherweise nicht nur die Mulden, sondern auch die feuchtern Hänge überzogen haben könnte, also ganz einfach Landschaftselement gewesen sein könnte und es deshalb rechtfertigte, ihren Pollen in der Gesamtsumme einzuschliessen. Versuchsweise haben wir ihn nun doch ausgeschlossen und stellen fest:

a) Der Cyperaceenpollen erdrückt bei Einschluss in die Pollensumme im Abschnitt Ia (? evtl. älterer Böllingabschnitt) alle andern Vegetationselemente. Schliesst man ihn aus, so kann man doch auch recht hohe *Artemisia*- und Variapollenprozentage erkennen, wie das von andern Lokalitäten bekannt und für diesen Abschnitt charakteristisch ist. Ausserdem kann man erst so feststellen, dass der *Pinus*-Fernflug in Wachsendorn so hohe Werte annimmt, dass die Vermutung aufkommt, dass wir uns nahe einem lokalen Überdauerungsgebiet der Föhre befinden. Wir bekommen den Eindruck, dass die Cyperaceen in diesem Zeitabschnitt die lokale Vegetation des Mulden- und Hangmoors darstellten.

b) Das Bild des Bewaldungsbeginns (Ib, Ic) wird durch die Herausnahme des Cyperaceenpollens weniger eintönig, lebhafter und plausibler. Der Rückschlag der Ältern Dryas lässt sich leichter isolieren, ist freilich im Vergleich zu Nordeuropa viel zu ausgedehnt. Der letzte negative Ausschlag scheint im *Pinus*-Anstieg zu liegen und dort einen Rückschlag ausgelöst zu haben, ihm entsprechen letzte höhere *Artemisia*-Werte.

c) Für den Allerödabschnitt halten wir es nicht für richtig, aus dem hohen Cyperaceenprozent allein auf sehr lichten Wald zu schliessen. Bei seiner Wegnahme sind nämlich Gramineen- und Variapollen so spärlich, dass eine gegenteilige Ansicht besser begründet erscheint: der Föhrenwald war relativ geschlossen, die Cyperaceen standen auf dem Moor.

d) Im Abschnitt der Jüngern Dryas zeigt sich ein auffälliger Unterschied in den beiden Darstellungsweisen: Die Kurven für *Artemisia*, Gramineen und die Mineralpartikel lassen in Diagramm 4 einen Abschnitt als Jüngere Dryas abgrenzen, der einen ersten Abschnitt mit viel *Selaginella selaginoides* einen zweiten mit viel Cyperaceen aufweist (über beide Abschnitte weg gehen die *Dryopteris*-Werte des Alleröds stark zurück, um im Praeboreal wieder anzusteigen). Wir fassen auch hier die Mehrzahl der Cyperaceenpollen als Produkt der lokalen Moorvegetation auf, die nur deshalb höhere Prozentwerte erreicht, weil die Föhrenwälder der Umgebung weniger Pollen erzeugten und, vielleicht, weniger Individuen aufwiesen.

e) Man mag an beiden Darstellungsweisen Vorteile erkennen, an beiden auch Nachteile. Durch das Einschliessen wird man vielleicht eher auf die folgende Auswertung des Verhältnisses Baumpollen/Cyperaceenpollen gedrängt: Weder das Boreal noch das Atlantikum zeigen bei beiden Berechnungsweisen so hohe lokale Cyperaceenproduktion wie das Spätglazial, was in diesen feuchten Hochmontanlagen (solange nicht Hochmoorbildung eintritt) unverständlich ist. Man wird sich bloss vorstellen wollen, dass die umgebende Waldvegetation unter dem Einfluss des günstigen Klimas relativ mehr Pollen erzeugt hat als das Moor. Man wird aber vielleicht auch fragen dürfen, ob nicht der bekanntlich gute Pollenproduzent *Pinus* einen recht lichten und forstlich so erbärmlichen Wald gebildet haben dürfte, dass sein Pollen gegenüber dem Cyperaceenpollen des Moores nicht recht aufkommt. Dass dieses Verhältnis besonders in anerkannt kühleren und ungünstigen Abschnitten so sehr zuungunsten der Föhre ausfällt, stützt die eben geäusserte Auffassung.

Dass eine durch die ganze holozäne Vegetationsgeschichte als Weiden-, Hasel-, Ulmen-, Weisstannen-freundlich ausgewiesene Gegend keine günstige ökologische Situation für die Entwicklung eines *Pinus-silvestris*-Waldes bot, scheint uns eine wertvolle Erkenntnis der Diskussion des BP/Cyperaceen-Verhältnisses zu sein. Die Frage darf hier vielleicht in allgemeinerer Form aufgeworfen werden, ob ausserhalb der heutigen bekannten Waldföhrengebiete der spätglaziale Wald zu Recht als Klimaxwald aufgefasst werden darf. Man hätte wahrscheinlich in all diesen andern Gegenden schon im Spätglazial ganz andere Baumarten hochbringen können, die die Konkurrenz mit der Waldföhre aufgenommen hätten. Vielleicht pflegen wir immer noch zu stark die Vorstellung eines völlig andern, halbglazialen Klimas während des Spätglazials, während doch möglicherweise nur die Zeiten der klimatischen Rückschläge diesem Schema entsprachen. Doch eben, die anspruchsvolleren Konkurrenten fehlten, wodurch pollenanalytisch ein unrichtiges Vegetationsklima vorgetäuscht wird.

Der Umstand, dass das ganze Spätglazial im Diagramm 4 in einem anscheinend homogenen Flachmoortorfkörper von ca. 1 m Mächtigkeit liegt, veranlasste uns, zahlreiche Datierungen durchführen zu lassen. Trotz vielen Schwierigkeiten, von denen gleich die Rede sein wird, ist das Spätglazial-Diagramm von Wachsendorn das weitaus bestdatierte Spätglazial-Diagramm der Alpen.

Im Diagramm Heeb (in Heeb und Welten 1972) sind im Spätglazial-Praeboreal-Abschnitt 12 Datierungen eingetragen, zwischen denen die Jahrtausendergrenzen, die graphisch interpoliert wurden, in Klammern angegeben sind. Sie wurden publiziert in Bern Radiocarbon Dates VI (Radiocarbon 9, 1967, S. 31) unter den Nummern B-700 bis B-709, hier jedoch alle mit um 40 cm zu hohen Tiefenangaben (wie sich nachträglich herausstellte), so dass ihre richtigen Tiefen heissen müssen: B-700 376 cm, B-701 381 cm, . . . B-709 465 cm. Darüber hinaus sind zwei gültige Resultate dieser Messreihe in Bern Radiocarbon Dates VII (Radiocarbon 12, 1970, S. 362) unter den Nummern B-2011 330 cm und B-2012 358 cm publiziert (hier stimmen die Tiefenangaben). Vermutlich ist auch B-2013 365 cm eine gültige Datierung. Die erste Schwierigkeit der Datierung hat K. Heeb durch irrtümlich falsche Konnektierung von Profilstücken, die zu verschiedenen Zeiten entnommen worden waren, heraufbeschworen. Nach einem ersten Konnektierungsversuch zwischen dem Profilstück der offenen Torfstichwand und der spätern Aufgrabung an deren Fuss schien ihm ein Stück zu fehlen. Er holte ein drittes Mal ein übergreifendes Zwischenstück und setzte es nach bestem Gutfinden ein unter konsequent fortlaufender Tiefenbezeichnung, die für das untere Ende des Torfkörpers auf 545 cm lautete. Auch für dieses verbindende und z.T. übergreifende Profilstück wurden drei Datierungen ausgeführt (B-925, B-926 und B-921). Anhand meines neu entnommenen Diagramms 4 und einer kritischen Diskussion der Heeb'schen Resultate musste ein nachträglich eingeschobenes Stück von 40 cm Länge wieder herausgenommen und die ganze Tiefennumerierung von da an um 40 cm verringert werden. Entsprechend sind auch die Datierungen B-925, B-926 und B-921 sinnlos, weil nur ganz unsicher ins Diagramm einzufügen. Sinnlos ist aber insbesondere der in Oeschger et al. (1970) vor unserer wissenschaftlichen Publikation in Bern Radiocarbon Dates VII, S. 361–363, gegebene Kommentar. Absolut unzutreffend sind insbesondere die Angaben über ein ausnahmsweise schnelles Torfwachstum im Praeboreal und eine Klimarückschlagsphase im Praeboreal.

Anhand von Diagramm 4 kann die zweite Schwierigkeit der Verwendung und Deutung von ^{14}C -Resultaten demonstriert werden. In Diagramm 4 sind die zehn neuen Daten dieser Bearbeitung ohne Klammern eingetragen, dazu aber in Klammer vierzehn als gültig befundene Daten aus der Untersuchung Heeb an der ihnen zukommenden Stelle. Die 24 Messresultate stellen eine ausgezeichnete kohärente Reihe über einen Zeitraum von 4000 Jahren dar, zeigen jedoch handgreiflich, wie schwierig es infolge des statistischen Messfehlers ist, ein bestimmtes vegetationsgeschichtliches Ereignis mit einer einzigen Messung oder auch mit 2–3 Messungen genauer zu datieren. Die im statistischen Fehler begründete Unsicherheit der Datierung ist völlig «normal». Man muss sich ihrer aber stets bewusst sein.

Die dritte Schwierigkeit ist in unserer Messreihe im Bereich Jüngere Dryas/Praeboreal erkennbar. Sie äussert sich darin, dass die Messreihe hier deutliche Verbiegungen aufweist, also systematische Abweichungen von einem als wahrscheinlich anzunehmenden Verlauf. Diese Erscheinung wird am ^{14}C -Labor in Bern gegenwärtig untersucht. Sie ist wahrscheinlich verantwortlich für die zahlreichen sog. Fehlbestimmungen, die wir in diesem Bereich seit den ersten Messungen immer wieder erhalten haben.

Diese dritte Art von Schwierigkeiten ist ein international offenes und ungelöstes Problem, wie es anlässlich des Nobel Symposiums in Uppsala 1969 einlässlich diskutiert wurde (Radiocarbon Variations and Absolute Chronology, 1970). So weist Tauber, S. 192, auf den wahrscheinlich sehr steilen Anstieg des ^{14}C -Gehalts über das Normalniveau 1900 n.Chr. zwischen 6000 und 4500 v.Chr. hin, wodurch unter Umständen Zuwachsraten überhöht erscheinen. Sehr wertvoll scheinen uns für unsere Spätglazialprobleme die Angaben Stuivers, S. 208, über die Korrelation der ^{14}C -Alter mit Jahresschichtzählungen im Lake of Clouds in Minnesota, wo für die Zeit von 6000 bis 10000 v.Chr. starke Zu- und Abnahmen des ^{14}C -Gehalts der Atmosphäre nachgewiesen werden. (Vorläufig ist aber die Richtigkeit der nordamerikanischen Warvenchronologie in diesem Abschnitt unbewiesen; doch ist eine gute Korrelation zu Änderungen des Magnetfeldes der Erde bemerkenswert.) Die Unsicherheit der Zeitbestimmung in diesem Zeitabschnitt bestätigt auch Mörner (1970a) in der Diskussion S. 228: «During the period 8500–5500 B.C. there were complicated variations.»

Diagramm 5: Gänsemoos bei Schwarzenburg, 800 m ü.M.

Im Gänsemoos bei Schwarzenburg, rund 15 km WSW von Bern, hatten wir schon im Oktober 1937 ein erstes Mal gebohrt. Die Bohrung für das vorliegende Diagramm 5 erfolgte am 27.10.1962.

Die quartärgeologischen Verhältnisse lassen sich aus der geologischen Karte lesen (F. Nussbaum 1922): Schwarzenburg liegt im Gebiet der Oberen Meeresmolasse (Miocän). Das Gänsemoos ist dem Aussenrand der maximalen Rhonegletscher-Würm-Moräne angelagert, auf der die Kirche von Wahlern steht. Vermutlich ist die Mulde des Gänsemooses zwischen zwei Moränenwällen entstanden.

Das Gänsemoos hat den Charakter eines zur Hauptsache durch Abtorfung geschädigten und heute fast ganz von Föhren und Fichten überwachsenen Hochmoors. Man findet alle drei Vaccinien, *Andromeda*, *Calluna*, *Eriophorum vaginatum* und *Molinia coerulea* reichlich, auch zahlreiche Flachmoorarten in der NE Laggpartie. In kleinen privaten Torfstichen finden sich Regenerationsstadien im Grundwasser, während der Hauptteil verheidet und bewaldet ist. Trotz diesen Störungen ist das Moor schützenswert, um so mehr als es das einzige grössere Hochmoor in dieser Gegend ist.

Bemerkenswert für die spätglazialen Ablagerungen des Gänsemooses ist das fast völlige Fehlen kalkhaltiger Sedimente (Molassegebiet, Rhonegletschermoränenmaterial): Über den tiefsten tonig-schluffigen Sedimenten der Zone Ia fanden wir fast 200 cm Gytjtja, darüber rund 150 cm Hypnaceentorf und schliesslich darüber annähernd 250 cm Hochmoortorf.

In der tonigen Gytja der Allerödzeit fanden wir bei 527 cm ein schmales Bändchen von Laacher Bimstuff, aufgeführt in Wegmüller und Welten (1973). Das Gänsemoos ist die bisher einzige fossile Fundstelle von *Isoëtes echinospora* in der Schweiz. Sie lebte in diesem kleinen Tümpel seit dem Ende der Ältesten Dryas über das ganze Spätglazial bis weit ins Boreal hinein (Welten 1967: *Isoëtes echinospora* Durieu = *I. setacea* Lam.).

Bemerkenswert schön und prägnant entwickelt ist das Spätglazial, obwohl hier durch dichtere Probeentnahme und Versuche zur Datierung mehr an Information herauszubringen wäre. Wir haben im postglazialen Teil drei Datierungen ausführen lassen:

187 cm Tiefe	B-526	5570±110 BP
335 cm Tiefe	B-527	7220±120 BP
487 cm Tiefe	B-528	9830±150 BP

Aussergewöhnlich schön zeichnen sich in diesem Profil die Verlandungsvorgänge auf Grund der Sedimente und der Lokalpollenfunde ab:

Tiefe, Zone	Im und am Wasser bzw. Moor	Umgebende Trockenstandorte
650–573 cm (Ia) schluffiger Ton mit Detritus	<i>Pediastrum</i> , <i>Equisetum</i> , <i>Allium schoenoprasum</i> , Cyperaceen	Gramineen, <i>Artemisia</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Statice</i> , <i>Plantago alpina</i> , <i>P. atrata</i> , <i>P. media</i> , Chenopodiaceen, <i>Thalictrum</i> , Caryophyllaceen, <i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Ephedra</i>
573–555 cm (Ibc) tonarme Gytja	<i>Pediastrum</i> , <i>Equisetum</i> , <i>Isoëtes setacea</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Sparganium</i> , <i>Valeriana dioica</i>	Dieselben in reduz. Menge, <i>Juniperus</i> , <i>Betula</i> , <i>Hippophaë</i> , <i>Salix</i> , <i>Populus</i> , <i>Rumex</i> , <i>Dryopteris</i> -Typ
555–527 cm (II) tonarme Gytja	Massenentwicklung von <i>Isoëtes setacea</i> , wenig <i>Filipendula ulmaria</i>	Lichte Föhren-Birken-Bestände, <i>Geranium (silv.)</i> , <i>Sanguisorba minor</i> , Farne
527–500 cm (III) Tongyttja	Rückgang von <i>Isoëtes</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Equisetum</i>	Gelichtete Föhrenwälder mit weniger Birke, Hochstauden <i>Centaurea montana</i> , <i>Geranium</i> , <i>Heracleum</i> , <i>Polygonum bistorta</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Hippophaë</i> , <i>Ephedra</i>
500–400 cm (IV und V) Gyttja	<i>Pediastrum</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Typha</i> , <i>Nymphaea</i> , <i>Sparganium</i>	Nach sekund. Birkengipfel mit <i>Populus</i> gehen Föhre u. Birke zurück, <i>Corylus</i> und EMW schliessen zu dichten Wäldern zusammen, <i>Viscum</i> und <i>Hedera</i> erscheinen
400–240 cm (VI) Hypnaceen- Radizellen-Torf	Cyperaceen, <i>Dryopteris thelypteris</i> , <i>Menyanthes</i> , <i>Caltha</i> , <i>Sphagnum</i> spuren	Dichte Wälder, <i>Corylus</i> -Rückgang, <i>Fraxinus</i> - Einwanderung und Ausbreitung, viel <i>Hedera</i>
240– 40 cm (VI und VII) Hochmoor-Torf	<i>Sphagnum</i> , zunehmend mit <i>Eriophorum</i> und Ericaceen- Verheidung, <i>Lycopodium inundatum</i> , <i>Drosera</i> , <i>Polypodium</i> , <i>Athyrium</i>	Im Hochwald gehen (im frühen Neolithikum?) Esche, Linde und Ulme zurück, <i>Fagus</i> wird dominant, später <i>Abies</i> , auch die Wälder verheiden, <i>Pteridium</i> tritt stärker hervor
40– 0 cm (VII) Rohhumus	Oberer Teil abgetorft oder Wachstumsstillstand	(Fichteneinwanderung knapp erfasst: <i>Picea</i>)

Die Entwicklung der Gehölze, die die rechte Hälfte obiger Übersicht einnimmt, zeichnet sich aus durch starke *Corylus*-Dominanz im Praeboreal und hohen *Fraxinus*-Anteil im ältern Atlantikum.

Mit dem konvent. ¹⁴C-Jahr 5550 BP wandert recht abrupt die Buche ein, wird jedoch bereits um 5000 BP von der Tanne abgelöst. Leider ist in diesem Profil die jüngere Entwicklung nicht erfasst. Sie ist, wohl auch nicht vollständig, im Profil der ältern Bohrung (1937) enthalten. Während sich hier vom Buchenanstieg an 180 cm Hochmoortorf finden, umfasst der entsprechende Abschnitt im ältern Profil 340 cm. Im obern Drittel kommt Fichte zur Kodominanz (in Konkurrenz mit *Abies* und *Fagus*).

Diagramme 6, 7, 8: Süftenenegg im obern Schwarzenburgerland, 1600 m ü.M.

Zwischen den Randketten der Kalkvoralpen (Klippendecke, Stockhornkette) und den Molassehügeln und -hochflächen um Schwarzenburg liegt die sog. ultrahelvetische Flyschzone. In ihr sind mittlere Berghöhen um 1400–1750 m die Regel (Gurnigel 1548 m, Selibühl 1750 m, Phylfe 1665 m). Weiche Tonschiefer und harte Sandsteinschichten bilden die undurchlässige Unterlage eines leicht verwitterbaren Materials, das vernässte und vergleyte Böden liefert und am Hang leicht verrutscht. Der Jahresniederschlag ist hier am Aussenrand der Alpen sehr hoch, 160–200 cm/Jahr. Übernutzung und Weiderodung im Mittelalter führten zu verstärkter Erosion, Wildwasserbildung und Katastrophen in den Talgebieten. Seit 1880 erwarb der Staat Bern grosse Flächen für Verbauungs- und Aufforstungsarbeiten, so dass heute ein grosses zusammenhängendes Aufforstungsgebiet von 1000 ha Fläche besteht. Anfänglich wurden vorwiegend Nadelhölzer (Fichten, Tannen, Arven, Bergföhren, Legföhren, dazu *Picea pungens*) gepflanzt, später dazu Grünerlen und Vogelbeerbäume. Die südseitigen Pflanzungen gediehen gut, die nordseitigen schlecht (wir verdanken diese Angaben Kreisoberförster O. Baumgartner, Riggisberg).

Die Molasse- und Flysch-Vorberge der Alpen haben eine Waldgrenze von 1600–1700 m Höhe. Es schien mir darum von besonderem Interesse, das historische Vegetationsprofil Murifeld-Bern 550 m über Gänsemoos-Schwarzenburg 800 m nach der Waldgrenze um 1600 m zu verlängern. Leider fehlen dem bewegten Gebiet der Flyschzone tiefe Moore. Ich untersuchte an drei Stellen kleine Mooranflüge oder blosser Oberflächenvermoorungen. Die drei Untersu-

chungspunkte liegen nahe beieinander, ca. 5 km WSW vom Gurnigel, 1,5 km östlich Pfyffe und ebensoweit westlich Schüpfenfluh. Profile 1 und 2 wurden aufgegraben, Profil 3 mit dem Hillerbohrer erbohrt. Die ganze Gegend der Sütfernen stellt eine SW- und S-exponierte Kammlage dar, die heute trotz scheinbar recht dichter Gehölzbewachung sehr nass und hochstaudenreich ist. Wo die Hochstauden nicht dominieren, wie in der flachern Kammregion, bedecken Moostepische (z.T. *Polytricha*, z.T. *Sphagna*) den Boden, bald über Rohhumus, bald über Torf, kaum über mineralischem Boden.

In diesem Teil der Flyschberge sind Erosion und Rutschung offenbar zum Stillstand gekommen (oder waren nie sehr aktiv). Wir sind durch unsere Untersuchungen zu dieser letztgenannten Auffassung gelangt.

Ergebnisse: 1. Durch zwei sich gut ergänzende ¹⁴C-Datierungen in Diagramm 7

B-525 3840 ± 100 BP in 60 cm Tiefe

B-524 6830 ± 120 BP in 75 cm Tiefe

und durch den Vergleich der Pollendiagramme (Kriterien: *Picea*, *Abies*, *Fagus*, *Cerealia*, *Plantago*) erweisen sich die Torfbildungen als wesentlich älter als erwartet. Unter dem Schlagwort der Übernutzung und Degradation durch Beweidung stellte man sich leicht vor, dass Vernässung und Torfbildung auf das Mittelalter zurückgehen. Der Beginn der Torfbildung geht in zwei Fällen auf 2000–3000 Jahre zurück, kann also als Folge der subatlantischen Klimaverschlechterung aufgefasst werden, im dritten radiokarbondatierten Fall auf den Beginn des Atlantikums, der grossen Feuchtphase des Postglazials. Die Vermoorung im Gebiet der Sütfernen muss also als «normale», klimatisch bedingte Erscheinung aufgefasst werden. (Das spricht allerdings nicht dagegen, dass Rodung und Übernutzung das leidliche Gleichgewicht der Jahrtausende gestört und Verrufung ausgelöst hätten.)

2. Die drei Diagramme bezeugen durch ihr BP/NBP-Verhältnis, dass die Gratregion von Sütfernen, Schüpfenfluh (Pfyffe, Selibühl, Gurnigel) wahrscheinlich durch das ganze Postglazial reduzierten Baumwuchs, wir würden sagen Waldgrenzverhältnisse, zeigte. Vermutlich ist daran nicht nur die Höhenlage schuld (wie das die schematischen Höhenangaben der Waldgrenze anzugeben scheinen), sondern die extreme Westwindtätigkeit, die Niederschlags- und Wolkenhäufigkeit, das Vorherrschen verdichteter und vernässter Flyschböden.

3. In bezug auf das Temperaturklima scheint diese Gratregion nicht besonders benachteiligt, haben doch offenbar *Corylus* und *Ulmus (scabra)* vor der Einwanderung der mesophytischen Waldelemente *Abies*, *Fagus*, *Picea* diese Höhen unmittelbar bewohnt, allerdings in lichten Beständen. Der hohe Weidenanteil der Gratregion verstärkt den Eindruck starker Verstrauchung, die auch für das Boreal (bei fehlender Vernässung) Waldgrenzvegetation vermuten lässt (unter starkem Windeinfluss).

4. Welchen grundlegenden Vegetationswechsel die Feuchtphasen des Postglazials bedingten, lesen wir aus dem Rückgang der Wärmeliebenden und dem Erscheinen und der Ausbreitung der mesophytischen Elemente, der Torfbildner, der Hochstauden, der Farne, der Ericaceae.

5. Rodungstätigkeit und Durchweidung machen sich durch NBP-Zunahme, speziell Gramineen- und Cyperaceenzunahme, überdies durch die *Plantago*-, Rosaceen- und Ericaceen-Zunahme deutlich bemerkbar, auffälligerweise nur einmal im Profil Sütfernen-Grönegg bei 30 cm durch Ton-Sand-Einschwemmung. Auffällig ist aber die prozentuale Abnahme von *Picea*, *Abies* und *Fagus* vom frühen Mittelalter an und die starke Zunahme des *Pinus*-Pollens aus den Aufforstungsbeständen, die sich im obersten Dezimeter der Mooschicht von Diagramm 6 und 7 abzeichnet.

6. Dass sich *Juglans* und *Cerealia* so gut abbilden, ist eine Folge der Fernflugerscheinungen, die man von andern Bergprofilen gut kennt.

7. Profil 8 ist jung und offenbar im Nacken einer Rutschung entstanden.

4.3 Untersuchungsergebnisse aus Tallagen der Kalkvoralpen

Das Vorkommen zahlreicher Sümpfe auf den tonreichen tertiären Flyschunterlagen der Täler und Sattellagen im westlichen Teil des Berner Oberlandes hat uns veranlasst, vorwiegend in diesem Teil der Nordalpen zu arbeiten. Es sind das vor allem das Thunerseetal, das Simmental, das Diemtigtal und das Saanegebiet. Eine erste Etappe dieser Untersuchungen wurde in zwei Publikationen abgeschlossen: Welten, Faulenseemoos, 1944, und Welten, Simmental, 1952. Hier sind die meisten der Tallagenmoore der nördlichen Kalkvoralpen besprochen.

Von einigen Objekten wurden anlässlich der 4. internationalen Quartärbotanikertagung in der Schweiz 1957 Neubearbeitungen und Datierungen in Form von einfachen Vervielfältigungen ausgegeben. Es sind das: Faulenseemoos XIV (590 m), Egelsee (1000 m), Chutti bei Boltigen (925 m), Bruchpass-«See» (1509 m), Untere Bunschleren (1680 m), Obergesteln ob Boltigen (1810 m).

Wenn man nach 25 Jahren ältere Untersuchungen in einen neuen Rahmen einspannen will, stösst man auf einige Schwierigkeiten. Aufbereitung und Analysen waren einfacher, Auswertung und Darstellung etwas anders, manche Auswertungsmöglichkeit war noch ganz hypothetisch oder gar nicht erkannt, der Vergleich über verschiedene Höhenlagen oder mit andern Regionen problematisch, weil es noch keine Datierungen gab. Wohl bedeuteten die zweite bis vierte Quartärbotanikertagung (in Dänemark, Norddeutschland und in der Schweiz) gerade durch die Radiokarbon-

datierung eine Schwelle zu wesentlich neuen Erkenntnissen, jedoch auch ein Tor zu Fehlschlüssen und zu neuen Aufgaben.

Wir versuchen es, zu einigen Ergebnissen unserer älteren Arbeiten in diesem Abschnitt kritisch Stellung zu nehmen.

Dählmoos bei Amsoldingen (nahe Thun, 640 m ü.M.)

In einem offenen Kanalisationsgraben stellten wir zufällig innerhalb einer wenig mächtigen Seekreideschicht hart unter der Wiesenoberfläche eine 5 mm mächtige Schicht des vulkanischen Laacher Bimstufes fest. Ein Pollenprofil wurde nicht erarbeitet (Wegmüller und Welten 1973).

Diagramm 9: Faulenseemoos XIV bei Spiez, 590 m ü.M.

Die Mehrzahl der Profile unserer Faulenseemoosarbeit (Welten 1944) ist vor sechsunddreissig Jahren erbohrt und untersucht worden. Durch die Auszählung von feinen Jahresschichten war eine angenäherte Chronologie des Postglazials erreicht worden, wobei freilich der Haselanstieg um rund 1500 Jahre zu jung datiert worden war. Kaum brauchbar war aber die versuchsweise durchgeführte Fortsetzung der Zählung im Spätglazial. Der Anschluss an die nordische Warvenchronologie war nicht möglich. Jeglicher Vergleich von Pollendiagrammen beruhte auf dem Versuch der Zuordnung zum Zonensystem von Blytt-Sernander und nach Firbas 1949.

Trotzdem liegt in meinem Diagramm Faulenseemoos XII, S. 72, in den Kurven für *Pinus* und *Betula*, die überschrieben sind mit «absolutes Pollendiagramm, Pollen pro cm² und Jahr», der typische Gang des spätglazialen Klimas klar niedergelegt: Bölling, Alleröd, Jüngere Dryas und Praeboreal sind gut erkennbar und wahrscheinlich sogar verhältnismässig richtig dargestellt. Auch die starke Toneinschwemmung der Ältesten Dryas und der Jüngern Dryas sind richtig koordinierbar.

Was aber damals noch mangelhafter war, ist die NBP-Analyse. Zwar hatte ich das reichliche *Helianthemum alpestre* in Zone Ia richtig erkannt. Doch wurden mit dem einfachen Mikroskop die meisten *Artemisia*-Pollen für *Salix*-Pollen genommen und vieles zwar notiert, aber nicht bestimmten systematischen Sippen zugewiesen mangels rezenten Vergleichsmaterials. *Juniperus* lernte ich erst 1951 in Kopenhagen bei Troels Smith kennen.

Aus all diesen Gründen lag es nahe, am Objekt, das sich so sehr bewährt hatte, vorerst das Spätglazial nachzuuntersuchen. Wenige Meter westlich des guten Spätglazialprofils X wurde eine Bohrung von 650 cm Länge niedergebracht und in relativ engen Abständen untersucht: Diagramm 9.

Im Grossen betrachtet ist dieses Diagramm vom Typ Lörmoos, wo *Betula* gegenüber *Pinus* sehr stark hervortritt. Wie dort wird die Zoneneinteilung besonders klar durch den sekundären Birkenanstieg im Praeboreal, die starke *Pinus*-Dominanz in der Jüngern Dryas, die kräftigen Birkenschwankungen im Alleröd und die massive Birkendominanz während Bölling und Älterer Dryas.

Der jüngere Abschnitt der Ältesten Dryas, den wir mit Ia2 bezeichnen möchten, fällt auf durch ungewöhnlich hohes *Betula*-Prozent (25–30%). *Pinus* bleibt unter 2–5%, wie das nach unserer Erfahrung normal ist und kaum anders denn als Fernflug zu deuten ist. Stark verminderter Chenopodiaceen-Anteil, vermehrtes *Thalictrum (aquilegifolium)*-Prozent sprechen für Verminderung der offenen Rohböden und Bildung von Waldhochstauden. Die hohen *Artemisia*- und *Helianthemum*-Prozente beweisen andererseits die Existenz offener Pionierassen. Eine ausgesprochene Klimabesserung ist um 580 cm Tiefe unbedingt anzunehmen. Im Verlauf von Ia2 wandern dann *Juniperus* und *Ephedra* und schliesslich *Hippophaë* ein. Ab 530 cm führen Wacholder und Sanddorn eine Verstrauchung der offenen Flächen zwischen den Birkenbusch- und -bauminseln herbei. *Helianthemum*, *Artemisia* und Chenopodiaceen treten ganz zurück. Die Birken erobern zusammen mit Weiden breitere Flächen und Hänge, worauf dann um 495 cm die Föhren einzudringen beginnen.

Es ist sehr fraglich, ob man die drei *Pinus*-Rückschläge des Alleröds bzw. die drei *Betula*-Gipfel) als Klimarückschläge deuten darf, weil doch im Bereich der Jüngern Dryas die Klimaverslechterung durch *Pinus*-Dominanz ausgezeichnet ist. Im Spiel der ineinandergreifenden Niederschlags- und Temperaturschwankungen erwarten wir einige Aufklärung aus den ^{180/160}O-Untersuchungen, die bei uns im Gang sind. Jedenfalls spricht auch der sekundäre Birkenanstieg im Praeboreal für Klimabesserung (Feuchtigkeitszunahme?) (vgl. Eicher und Siegenthaler 1976).

Bemerkenswert ist auch hier der Nachweis des Laacher Bimstuffs in 430 cm Tiefe, in Zusammenhang mit dem letzten *Betula*-Gipfel des Alleröds, in sehr ähnlicher Lage, wie sie Hanna Müller (1970, S. 89) beschreibt.

Diagramm 10: Egelsee bei Diemtigen, 1000 m ü.M. (Welten 1952, S. 116; vgl. auch S. 33)

Der idyllische dunkle Moorsee des Egelsees ist trotz heftigem Einspruch von naturschützerischer Seite in den Jahren 1953/54 ausgebaggert und in ein kleines Tagesausgleichsbecken eines lokalen Kleinkraftwerkes verwandelt worden. Im August 1951 hatte Einar Du Rietz das Moor besucht und es als das schönste Hoch- und Übergangsmoor am Al-

pennordrand von Bayern bis in die Schweiz bezeichnet. Das Verantwortungsgefühl für so wertvolle Biotope und Naturlandschaften war damals noch nicht genügend erwacht. Der Egelsee wurde zerstört. Ein übriggebliebenes Stück des Hochmoors zeugt noch von der ehemaligen Einheit von Flachmoor, Hochmoor und Moorsee.

Unsere umfangreichen Sondierbohrungen und Pollendiagramme hatten nachgewiesen, dass das langgestreckte Moor eine Reihe von Senkungsböden und -trichtern bedeckt, dass der Egelsee selbst vermutlich eine relativ junge Senkungsmulde darstellte. Das in unserer Simmentalarbeit abgebildete Diagramm (Bohrung 24. Oktober 1950) entstammte dem mittlern Hochmoorteil, einer Stelle, die heute unweit des Staubeckenrandes liegt. Da es weitaus das schönste Diagramm aus den tiefen Lagen des Simmentals darstellt, hielten wir es für wertvoll, einige Datierungen nach der ^{14}C -Methode anzubringen, um die seinerzeit versuchte Zeitstellung zu überprüfen und zu verbessern.

Wir reproduzieren das Diagramm in leicht veränderter Form mit der neuen Zoneneinteilung und den sechs ^{14}C -Daten (Oeschger et al. 1959, S. 135).

144 cm Tiefe	B-50	1790±145 BP
355 cm Tiefe	B-51	3530±180 BP
598 cm Tiefe	B-52	4400±180 BP
695 cm Tiefe	B-53	4920±155 BP
903 cm Tiefe	B-55	6850±190 BP
939 cm Tiefe	B-56	7550±190 BP

Der Vergleich ergibt, dass meine damaligen Zeitangaben gegenüber den mitgeteilten Radiokarbon-Daten in den mittlern Teilen des Diagramms 1000 bis 2000 Jahre zu jung waren, am obern und untern Ende des Diagramms jedoch fast genau mit den Radiokarbon-Daten übereinstimmten. Dabei muss man bedenken, dass ich 1952 die Daten auf die Jahresschichtzählungen im Faulenseemoos und eine Diagrammkorrelation stützte. Vergessen wir aber nicht, dass auch die Radiokarbon-Altersbestimmungsmethode keine absoluten Daten liefert, dass wir heute nach dem Vergleich mit der Bristle-Cone-Pine-Dendrochronologie annehmen müssen, dass die absoluten Alter etwa im Bereich um 6000 BP um 800 Jahre höher sind als ^{14}C -Daten angeben.

Diese Absolutalterkorrektur hat nicht nur historisches Interesse, sondern ist von biostratigraphischer Bedeutung. Während die konventionelle ^{14}C -Kurve ein beschleunigtes Torfwachstum des Egelsee-Profils zwischen 3500 und 1500 BC simuliert, verschwindet diese Tendenz nach der Absolutalter-Kurve fast ganz. Das heisst aber noch nicht, dass eine Zuwachsberechnung in diesem Bereich absolut richtig ausfällt: sie ist ja weiterhin abhängig von einer genügenden Zahl der Datierungspunkte (wodurch der zufällige Einfluss der statistischen Fehler \pm ausgeschaltet wird), vom Einfluss allfälliger Materialverschiebungen durch Rutschung und Strömung, von tektonischen Bewegungen (Egelsee: Gipsauswaschung), von der Konstanz des atmosphärischen ^{14}C -Gehalts (s. Wachseidorn für Spätglazial/Praeboreal), von biologischen und hydrologischen Veränderungen im Profilbereich.

Trotz all dieser Vorbehalte seien die Zuwachsraten des Egelsee-Profils berechnet, um uns eine Vorstellung über die Wachstumsgeschwindigkeit einer organischen Ablagerung im Voralpenbereich in 1000 m Meereshöhe während des Postglazials machen zu können. Dabei scheint es uns in Anbetracht der geringen Zahl von Daten richtiger und sinnvoller, die Zuwachsraten der einzelnen Sedimentarten zu berechnen als diejenige der zufälligen Datierungsabschnitte. Wir haben deshalb nach Umrechnung der ^{14}C -Werte in dendrochronologisch korrigierte Absolutwerte die Zeitkurve in das Diagramm eingetragen und daraus die Alter der Sedimentgrenzen abgelesen. Das gibt folgende Übersicht:

Tiefe cm	Abstand mm	Alter abs. Jahre	Dauer Jahre	Zuwachs mm/Jahr	Organ. Sediment
80		1000 BP			
	1400		1600	0,88	Sphagnum-Torf
220	4100	2600	2600	1,57	Cyperaceen-Sphagnum-Übergangstorf
630	1900	5200	1500	1,27	Wässriger Hypnaceen-Cyperaceen-Torf
820	650	6700	800	0,81	Dy mit Gytja
885	750	7500	1900	0,39	Gyttja
960		9400			

Die Absolutalter zur Ermittlung dieser Tabellenwerte wurden P.E. Damon et al. 1972 entnommen.

Innerhalb der Sedimenttiefen des Zuwachsmaximums von 1,57 mm/Jahr findet man für den engeren Bereich zwischen 355 und 598 cm der ursprünglichen Datierungsreihe ein noch höheres Zuwachsmaximum von 2,2 mm/Jahr (ungefähr für die Mitte des Subboreals).

Uns will scheinen, dass diese Maximumkurve viel eher ein limnologisches Kennzeichen der Beckenverlandung ist (wie im Faulenseemoos, Welten 1944), als dass sie sedimentbezogen oder klimabezogen ausgewertet werden kann.

Diagramm 11: Chutti bei Boltigen, 925 m ü.M.

Unsere ersten Untersuchungen im Moor des Chutti, eines engen, fast schluchtartigen Tälchens hinter der Dorffluh von Boltigen gehen auf den September 1937 zurück. Das in unserer Simmentalerarbeit (Welten 1952) publizierte Profil wurde am 12. August 1939 erbohrt. Bereits im damaligen Protokoll wurde in 556–556,5 cm ein graues tonartiges Bändchen notiert, das sich später als Laacher Bimstuffschichtchen entpuppte. Dasselbe Profilmaterial wurde 1956 neu aufbereitet und neu analysiert und den Teilnehmern der 4. internationalen Quartärbotanikertagung als Vervielfältigung in vereinfachter Form ausgehändigt. Frisches Gyttjamaterial war im März 1957 aus dem Allerödbereich erbohrt worden und lieferte zusammen mit Murifeld die erste Alleröddatierung aus den Alpen. Die Diskussionen um den Übergang III/IV veranlassten am 28. Mai 1966 weitere Probeneinnahmen an der Stelle des publizierten Profils, die pollenanalytisch untersucht und dann ^{14}C -datiert wurden.

500 cm Tiefe	B-774	9100±150 BP	(die Proben sind um einige Zentimeter verschoben, doch diagrammrichtig im Diagramm 11 eingetragen)
508,5 cm Tiefe	B-773	9910±150 BP	
555 cm Tiefe	B-772	10950±150 BP	
564 cm Tiefe	B- 75	11230±380 BP	

Das kleine schluchtartige Tälchen in ausgesprochener Südlage ist lange vor dem Böllingbeginn eisfrei geworden. Der unterste halbe Meter des Profils dürfte eine frühe Pionierphase darstellen mit reichlichen Chenopodiaceen und verhältnismässig stark hervortretendem *Pinus*-Fernflugpollen. Darüber folgt eine kräuterreiche Artemisia- und Strauch-Steppenphase (Ia2). Der Beginn des Böllings resp. die entsprechende Strauch- und Baumbesiedlung ist ausserordentlich prägnant. Aus der Gleichzeitigkeit des Anstiegs von *Betula*, *Juniperus* und *Salix* und *Hippophaë* wird man für die Veränderungen in 579 cm Tiefe eher den Klimaanstieg des Bölling verantwortlich machen als Zuwanderungserscheinungen der vier Holzarten. Nach unsern Datierungen im Murifeld und Wachseidorn dürfte darum auch für diese begünstigte Voralpentallage bei 580 cm Tiefe das Datum 13400 BP angenähert richtig sein.

Mit dieser frühen Zeitstellung stimmt die breite Entwicklung der böllingzeitlichen Birkenzeit gut überein. Dagegen zeichnet sich die Ältere Dryas gar nicht ab. Da sich das untere und mittlere Simmental durch völliges Fehlen von Spuren der jüngern Gletschervorstösse auszeichnet, besteht die Möglichkeit, dass sich eine entsprechende Vorstossphase bloss als Verzögerung der *Pinus*-Ausbreitung kennzeichnet.

Die für die Tiefe 564 cm erhaltene Datierung für die Anfangszeit des Alleröds ist ganz korrekt, wenn man etwa das einfache Streuungsmass addiert. Entsprechend bezeichnet der Bimstuff (ca. 9000 v. Chr.) das bald darauf folgende Ende des Alleröds sehr prägnant.

Um 550 cm setzen erhöhte *Artemisia*- und Gramineenwerte und verminderte *Betula*-Werte ein (wie im Lörmoos und in Faulensee), was die Phase der Jüngern Dryas kennzeichnet. Ihr Ende ist bei ca. 511 cm durch zwei ^{14}C -Datierungen auf ca. 10000 BP extrapolierbar. Für einen Klimarückschlag im Praeboreal finden sich in diesem Diagramm und in dieser Höhenlage keine Anzeichen.

4.4 Untersuchungsergebnisse aus Berglagen der Kalkvoralpen

Diagramm 12: Saanenmöser, 1256 m ü.M.

Das Profil Saanenmöser konnte 1966 in einer 130 cm tiefen Aufgrabung entnommen werden, die sich im östlichsten Teil unweit der Bahnstation Saanenmöser befand. Vermutlich stellt die Moormulde das östliche Zungenende des transfluenten Saanegletschers dar. Der obere Teil des Profils zeigt ein leicht verkürztes Spätglazialende, das von einer nur 38 cm mächtigen Schicht stark zersetzten Flachmoortorfs überdeckt ist. Sehr auffällig war an der Grabenwand bei 55 cm Tiefe ein sich mehr oder weniger horizontal durchziehendes und nahe 1 cm dickes Band von Laacher Bimstuf.

In den westlichen Teilen steigt das Moor über zunehmende Hochmoortorfmächtigkeiten an zu einem heute nur mehr rudimentären Hochmoorrest, der aber aus landschaft- und naturschützerischen Gründen unbedingt erhalten und durch Umzäunung geschützt werden sollte. Das Torfprofil über einer dünnen Tongyttja- und Seekreideschicht erreicht dort fast 6 m Mächtigkeit. Die Weisstannenzeit beginnt bei 4,5 m, die Fichtenzeit bei 3,5 m.

Wenn es stimmt, dass die Transfluenz des Saanegletschers über Schönried und Saanenmöser gegen das Simmental hin dem Strättligen-Thun-Stadium des Aaregletschers entspricht (Hantke 1972), müssen die Diagramme Faulenseemoos (Nr. 9) und Saanenmöser (Nr. 12) zu ungefähr gleicher Zeit beginnen. Tatsächlich stimmen beide weitgehend überein, trotzdem das Profil Saanenmöser 700 m höher liegt. Immerhin ist das wasserreiche Talgebiet von Faulensee durch Birkenreichtum ausgezeichnet und weist im Bölling dichtere Bewaldung auf, während Saanenmöser schon früh eher höhere *Pinus*-Werte zeigt. Wir möchten diese Tatsache als Hinweise auf die Möglichkeit des Überdauerns von *Pinus*, mindestens von *Pinus mugo*, im Innern der nördlichen Voralpen auffassen.

Die Vielfalt und ökologische Breite der ältesten spätglazialen Flora hat uns (Welten 1972) zur Auffassung geführt, dass ein grosser Teil unserer alpinen und subalpinen Flora die letzte Eiszeit im Alpeninnern überdauert hat.

Diagramm 13: Untere Bunschleralp bei Boltigen, 1680 m ü.M.

Das Flachmoor der Unteren Bunschleralp liegt ungefähr 4 km SE von Boltigen in einem kleinen Tälchen zwischen Niederhorn (2080 m) und Spitzhorn (1830 m), also am NW-Hang des Niederhorns. Dieses Tälchen hat nach Hantke (1972) wohl knapp die letzten Spätglazialstadien der Würmvergletscherung getragen. Das kleine zufließende Bächlein verschwindet wenig unterhalb im Lockermaterial der Niederhorn-Nordflanke. Die heutige Vegetation ist ein Mosaik von *Caricetum fuscae* und *Caricetum davallianae*.

Die Bohrung mit dem Hillerbohrer erfolgte 1939 und erreichte fast 6 m. Die obersten 300 cm bestehen aus Cyperaceen-Hypnaceen-Torf, der im untersten Teil mit Ton vermischt ist. Das Material von ca. 300 cm bis 512 cm kann als leicht kalkhaltige Tongyttja bezeichnet werden, die unter 512 cm von einem sandig-kiesigen Seemergel abgelöst wird (wohl Einschwemmungsmaterial der lokalen stadialen Abschmelzphase).

Während die Vegetationsgeschichte bis zu einer Höhe um wenig über 1500 m Höhe durch recht viele gute Moor- und Seeablagerungen gut belegt ist, fehlen darüber günstige Objekte fast ganz. Darum ist das Profil der Unteren Bunschleralp in 1680 m Höhe (zusammen mit dem Profil Pillon 1700 m, Nr. 15) von ganz besonderer Bedeutung. Es wurde darum fast ganz neu bearbeitet. Die ältere Bearbeitung in meiner Simmentalerarbeit (Welten 1952, S. 51, 79) litt unter Schwierigkeiten in der Aufbereitungs- und Mikroskopiertechnik, ganz besonders aber unter der völligen Unsicherheit in der spätglazialen Einstufung.

Bei der Beurteilung des Spätglazials ist der Übergangsabschnitt Birkenzeit/Föhrenzeit von ausschlaggebender Bedeutung: im Diagramm des 2,5 km NW gelegenen Regenmooses, das 400 m tiefer gelegen ist, ist das Diagrammbild genau gleich wie auf den Saanenmösern (die gleich hoch liegen); es stimmt auch so vollkommen mit dem Diagramm Chutti auf 925 m Höhe überein, dass an der Identität dieser Spätglazialabschnitte nicht zu zweifeln ist. Die reichlichere Birkenvertretung bei 450 cm und der massive Föhrenanstieg lassen den Abschnitt unter 440 cm Tiefe den Abschnitten Ic und Ib zuweisen, wodurch der Schluss nahegelegt wird, dass die Mulde der Unteren Bunschleralp im Bölling eisfrei geworden ist. Diese Einstufung wird dadurch unterstützt, dass der untere Teil des Profils, bis hinaus gegen 495 cm, recht pollenreich ist, der Abschnitt 490–465 cm jedoch ausgesprochen pollenarm (Ältere Dryas Ic?). Man wird sich zwar vorerst am relativen Föhrenpollenreichtum des Böllingabschnittes stossen. Die Tatsache der schon recht guten *Juniperus*-Vertretung, andererseits der Birkenarmut, deutet daraufhin, dass in dieser für spätglaziale Verhältnisse grossen Höhenlage offenbar im Bölling eine Birken-Vorwaldphase noch nicht Fuss fassen konnte und der Föhrenpollenfernflug, den man sonst im Abschnitt Ia feststellt, bis nahe ans Alleröd heranreicht. Die bereits um 1200–1300 m im Regenmoos und auf den Saanenmösern verhältnismässig sehr hohen NBP-Werte der Böllingzeit und der Nachweis der Waldfreiheit auf 1680 m lassen erkennen, dass die Grenze eines dichteren Gehölzwuchses im Bölling wohl zwischen 1300 und rund 1500 m lag. Die Verhältnisse am Bruchpass auf 1500 m (Welten 1952, S. 48, 49) unterstützen diese Grenzziehung. Freilich ist die «Grenze dichteren Gehölzwuchses» keineswegs identisch mit dem Begriff der heutigen Waldgrenze, da eine Einwanderungssituation vorliegt.

Der abrupte Rückgang der NBP bei 430 cm lässt dagegen keinen andern Schluss zu, als dass hier dichtere Föhrenbestände Fuss gefasst haben. (Freilich sind keine *Pinus*-Spaltöffnungen erhalten, erst bei 315 cm.) Der Zeitpunkt dürfte in den ersten Jahrhunderten des Alleröd liegen und könnte sehr wohl erst um 11 500 BP anzusetzen sein (nach konventioneller ¹⁴C-Zeit). Bemerkenswert ist der kräftige *Juniperus*-Gipfel am Ende der Ältern Dryas.

Ausgesprochen schlecht und schlechter als auf den Saanenmösern drückt sich im Pollendiagramm die Jüngere Dryas aus. Wir entnehmen daraus, dass die Höhe um 1700 m in der Jüngern Dryas offenbar bereits wieder ganz in den Bereich des *Pinus*-Fernflugs getaucht sind und die gewöhnlich bis um 1500 m festzustellende NBP-Zunahme mit reichlich *Artemisia* (und *Ephedra*) nicht mitgemacht haben. Überdies ist vielleicht zu bedenken, dass die lokale ökologische Situation der Entwicklung einer *Artemisia*-Kältesteppe nicht besonders günstig war (enges Tälchen in Nordlage; vergleiche hingegen die gute *Artemisia-Ephedra*-Entwicklung im ältern Spätglazial).

Schlecht hebt sich wiederum das Praeboreal von der Jüngern Dryas ab. Die Zunahme des Cyperaceenpollens und der Farnsporen, das Auftreten anspruchsvollerer Kräuter und von Hochstauden, die höhern *Selaginella*- und *Botrychium*-Werte und die Spuren wärmeliebender Gehölze kennzeichnen den Abschnitt der postglazialen Aufwärmung. Wohl möglich, dass sich eine Verzögerung der postglazialen Aufwärmung bis in den Beginn der Hasel- und Ulmen-Einwanderung aus der Tatsache entnehmen lässt, dass das vorwiegend tonige Sediment erst oberhalb 300 cm der Torfbildung Platz macht. Leider ist eine detaillierte Pollenanalyse und eine mehrfache kontinuierliche ¹⁴C-Datierung an diesem Profil nicht möglich. Vielleicht ist das aber eben gerade die besondere methodische Situation dieses Zeitabschnittes in dieser kritischen Höhenlage.

Der EMW tritt uns in diesem Diagramm im ältern Teil als haselreicher Ulmenbestand, im jüngern Teil als haselarmer Ulmenwald entgegen. In ihn wandert im frühen Atlantikum die Weisstanne ein (vgl. Egelsee Nr. 8).

Diagramm 14: Wallbach bei Lenk i.S., 1885 m ü.M.

Anlässlich der Untersuchung einer Gruppe kleiner Moorbildungen im Gebiet Betelberg-Mülkerblatte-Stüblenen SW von Lenk im Simmental im Jahr 1959 stiessen wir im Gebiet nördlich der Mülkerblatte in 1885 m Höhe auf ein kleines

und vom Weidevieh begangenes Muldenmoor auf einer Bergschulter, das mit 2,5 m Cyperaceentorf und 0,5 m Tongyttja für diese Höhenlage eine gute Mächtigkeit aufweist und untersuchungswürdig erschien. Einige Probedatierungen hatten infolge der Atombombenversuche und des weltweiten Fallout derart unsinnige Ergebnisse gezeitigt (stark negative Alter), dass wie anderwärts die ^{14}C -Datierung zum Problem geworden war. Wir führten im Jahr 1960 zusammen mit dem ^{14}C -Labor Bern in diesem Moor eine Grabung durch zur Gewinnung von Torfmaterial für die methodische Untersuchung der notwendigen Aufbereitungstechnik und die Abklärung der Frage des Eindringens resp. der Einschwemmung des Fallout-Materials in den Torfkörper. Bis ca. 170 cm Tiefe wurden Torfziegel entnommen. Darunter wurde mit dem Hillerbohrer gebohrt. Die ^{14}C -Datierungsschwierigkeiten konnten überwunden und ein gutes Diagramm mit 10 Radiokarbonaten gewonnen werden.

in 10 cm Tiefe	B-364	130±100 BP
in 30 cm Tiefe	B-365	930±100 BP
in 60 cm Tiefe	B-366	1320± 80 BP
in 100 cm Tiefe	B-367	1660±100 BP
in 130 cm Tiefe	B-368	4380±120 BP
in 155 cm Tiefe	B-369	5500±120 BP
in 172 cm Tiefe	B-370	6410±150 BP
in 190 cm Tiefe	B-371	6820±150 BP
in 210 cm Tiefe	B-372	7360±160 BP
in 225 cm Tiefe	B-373	8000±120 BP

Die Vegetation auf der Mooroberfläche besteht aus *Caricetum fuscae* und *Trichophoretum caespitosae*. Ringsherum ist das kleine Moor heute von Weideland umgeben, das teilweise versauert und durch Kleinsträucher verheidet ist. Ostwärts gegen den Graben des Wallbachs hin stehen die letzten Fichten auf rund 1800 m Höhe.

An der Basis findet sich ein Diagrammabschnitt mit dominanten *Pinus*-Werten von 60–80% und recht hohen NBP-Werten von 15–35%, die in dieser Zusammensetzung genau dem leicht kiesigen Tonsediment der Muldenauskleidung entsprechen. Man wird kaum glauben wollen, dass um die vegetationsarme Mulde mit sehr wenigen Cyperaceen ein lichter Föhrenwald stand, sondern viel eher annehmen müssen, dass fast aller *Pinus*-Pollen Fernflugpollen ist (*Pinus cembra* scheint ganz zu fehlen), das um so mehr als mit der allerersten Torfbildung und dem Erscheinen der *Corylus*- und Ulmenpollen der *Pinus*-Wert sofort auf die Hälfte abfällt. Er dürfte auch dann noch zu einem grossen Teil Fernflugpollen sein, da die Arve erst im Atlantikum eine gewisse Rolle zu spielen beginnt. Schwer abzuschätzen ist die Bedeutung von *Pinus mugo*, doch fällt auf, dass diese jedenfalls bereits zwischen 6000 und 5000 BP keine Rolle gespielt hat, zur Zeit, da die Tanne eingewandert war, der Mensch aber noch kaum wesentlich in die Vegetation eingegriffen hatte. Wir betrachten deshalb den *Pinus*-Pollen vom Typ non-cembra im ganzen Profil vom Wallbach als Fernflug. Wenn man die mittlern Obergrenzen der wärmeliebenden Holzarten nach Angabe von Forstfachleuten für die Nordalpen betrachtet:

<i>Acer pseudoplatanus</i>	1700 m	<i>Ulmus scabra</i>	1300 m
<i>Corylus avellana</i>	1500 m	<i>Tilia cordata</i> und	
<i>Alnus incana</i>	1400 m	<i>T. platyphyllos</i>	1200 m
<i>Fraxinus excelsior</i>	1400 m	<i>Quercus robur</i>	850 m

steigen einem beim Vergleich mit den *Corylus*- und EMW-Werten von je 15–25% im Diagramm Wallbach plötzlich berechnete Zweifel auf, ob nicht auch alle diese Pollen wärmeliebender Gehölze Fernflugpollen seien. Wieso treten denn nicht mindestens *Betula* oder *Alnus incana* oder *Acer pseudoplatanus* stark hervor, wenn die klimatischen Verhältnisse so baumfreundlich gewesen wären, dass *Corylus* und *Ulmus* auf 1885 m Höhe bestandbildend vorkamen? Wohl hat man uns jahrzehntelang die Hypothese eingehämmert von den viele hundert Meter überhöhten wärmezeitlichen Waldgrenzen. Doch fehlen allerorten bündige Beweise dafür. Wohl wird man gegen die Verwendung der heutigen Angaben für die Obergrenzen guten Gedeihens obiger Gehölze einwenden, ihre Obergrenze sei durch die Konkurrenz der subalpinen Baumarten der Tanne und der Fichte stark herabgesetzt. Doch weist die subalpine Waldstufe so viele natürliche und seit mehr als 3000 Jahren auch künstliche Lichtungsstellen auf, dass mindestens einzelne dieser Gehölze kleinere Bestände in viel grössern Höhen hätten bilden und behaupten können, wären sie dazu befähigt. Nach den Rückzugserscheinungen der grossen Gletscher und der entsprechenden Hebung der Weltmeere und nach der Vegetationsentwicklung im hohen Norden dürfte der Wärmekulminationspunkt unseres Interglazials später anzusetzen sein, als man eine Zeitlang annahm.

So sind wir zur Überzeugung gelangt, dass die heutigen und vielleicht leicht erhöhten Waldgrenzen erst besetzt wurden, als unsere subalpinen Baumarten der Tanne und der Fichte, evtl. auch der Arve, eingewandert waren. Das geschah für die Tanne nach unserem Diagramm um 6900 konventionelle ^{14}C -Jahre BP, für die Fichte um 5100 konvent. Jahre BP, (für die Arve aber wohl schon um 8000 konvent. Jahre BP, doch ist diese im Gebiet des Moores nicht bestandbildend geworden).

Diese Überlegungen haben uns veranlasst, unser Diagramm 14 umzuzeichnen unter Herausnahme von *Pinus non-cembra*, *Corylus*, EMW und *Fagus* als Fernflugpollen.

Das Bild von Diagramm 14 für die Vegetationsverhältnisse an der heutigen Waldgrenze der Nordalpen verblüfft einem vorerst. Es zeigt jedoch einen vegetationskundlich sehr interessanten und plausiblen Verlauf: Im Praeboreal löst einen Pionierkräuterabschnitt mit viel *Artemisia* ein Gramineen-reicher Abschnitt mit viel *Plantago alpina* ab (Schneetälchen?). Ihm folgt ein Abschnitt mit reicher alpiner Krautflur bei stark zurückgehendem *Artemisia*-Anteil; reich vertreten sind schon im obersten tonigen Sedimentabschnitt Umbelliferen, liguliflore Compositen, Ranunculaceen und Farnsporen, während Rosaceen und Cyperaceen erst im Moment der Torfbildung stärker hervortreten. Interessanterweise geht mit dem Aufhören der Toneinschwemmung *Plantago alpina* sofort ganz zurück, um erst wieder im Bereich der jungen Alpweidenutzung stark hervorzutreten. Zwischen 8000 und 6500 BP (konvent. ¹⁴C-Daten) werden Birken und Grauerlen in nächster Nähe des Profilortes häufiger, wandern Arve und Tanne ein, gehen Umbelliferen, liguliflore Compositen und Rosaceen zurück, während anspruchsvollere Arten im und am Moor reichlicher werden (*Allium schoenoprasum*, *Sparganium*, *Scheuchzeria*, *Knautia*, *Dianthus*, *Lonicera*): am Profilort bildet sich eine lichte Gehölzflur. (Ob die *Urtica*-Pollen bei 220 und 200 cm als Zeichen einer wohlentwickelten Grosswildfauna aufzufassen sind?) Um 5000 BP breitet sich die schon rund 600 Jahre früher mit 10% vertretene Fichte sehr stark aus, wird zum dominanten Waldbaum, der, in Berücksichtigung des NBP-Prozents von 20%, am Profilort lichte Bestände gebildet haben dürfte, wodurch das Moor zum ersten Mal im Postglazial in den Bereich der Waldgrenze geraten ist. Es ist zwar nicht sicher auszumachen, welcher Anteil des Fichtenpollens als Fernflug aus tiefern Lagen aufzufassen ist. Jedenfalls besteht ein starker Verdacht in der gleichen Richtung für einen guten Teil des *Abies*-Pollens zwischen 190 und 130 cm. Die Fichtenwerte sind ja nicht viel höher (um 45%) als heute (35%), wo die Fichte unter dem Profilort bleibt; doch dürfen wir um so mehr einen lichten Fichtenbestand annehmen, als NBP-Menge und -Reichhaltigkeit deutlich geringer sind als zuvor.

Warum nun aber unter dieser scheinbar recht günstigen Vegetationslage (oder bedeutet die starke Fichtenausbreitung ein Rauherwerden des Klimas?) die Torfbildung um ungefähr 4300–4000 BP (konvent. ¹⁴C-Daten) aufhört, ist vorerst noch ganz unerklärlich. Zwar ist um diesen Zeitpunkt das Atlantikum zu Ende gegangen und hat das Subboreal begonnen, das man als trockeneren Zeitabschnitt aufzufassen gewohnt ist. Zwar wissen wir, dass die Bestockung der Gehänge mit Sträuchern und Bäumen den Wasserabfluss nach der kleinen Moormulde gehemmt haben könnte, dass auch starke Beschattung vom Rand des kleinen, langgezogenen Moores aus das Torfwachstum gebremst haben könnte. Es ist für diese Zeit jedoch auch an das Einsetzen von neolithischer Alpweidekultur zu denken, die eine tiefgreifende Störung der Moorbewirtschaftung verursacht haben kann. Das Fortdauern des Wachstumsunterbruchs bis kurz vor oder nach der Römerherrschaft in Helvetien spricht aber wieder gegen blosse Kultureinflüsse; denn gerade um diese Zeit dürften sie verstärkt eingesetzt haben.

Das erneute Torfwachstum fällt so genau mit dem Beginn des Subatlantikums zusammen, dass an einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Feuchter- und Kühlerwerden des Klimas unbedingt zu denken ist. Der plötzliche Anstieg des *Alnus viridis*-Pollens spricht für Ausbildung eines Vegetationstyps, der in dieser Höhe zuvor wenig entwickelt war: ist es die Erniedrigung der Wald- und Baumgrenze zusammen mit hohen winterlichen Schneefällen und Lawinenbildung, die den Grünerlenbeständen mit ihrer hochstaudigen Krautflur im Bereich der Waldgrenze auf einmal selektive ökologische Bedingungen schuf? Jedenfalls treten sie auf, bevor sich die römerzeitlichen Weidekultureinflüsse stark bemerkbar machen, NBP-Gipfel (115 und 110 cm) und Waldgrenzenerniedrigung eintreten.

Der rund 120 cm umfassende oberste Abschnitt des Diagramms erstreckt sich nach den Datierungen über die ganze historische Zeit von 2000 Jahren, zeigt also einen Jahreszuwachs von 0,6 mm, weist recht viele Ferntransportpollen von *Cerealia*, *Juglans*, *Cannabis* (und sogar *Vitis*) auf, dazu *Urtica*- und *Plantago lanceolata*-Pollen. Die Krautflora ist diejenige eines artenreichen Weiderasens (sie muss im Diagramm nachgesehen werden) und nimmt in den letzten Jahrhunderten gegenüber den Gehölzpollen nochmals stark zu.

So ärgerlich der Ausfall des Abschnittes vom Jahr 4000 bis zum Jahr 2500 BP für die Vegetationsgeschichtsforschung ist, so wertvoll scheint er bei dieser Betrachtungsweise für die Klimageschichte zu sein. Methodisch ist es bedeutungsvoll, dass an diesem Diagramm klar zutage tritt, wie völlig falsch die jüngeren Abschnitte ohne ¹⁴C-Datierungen eingestuft worden wären und wie ohne Datierungen wichtige moorkundliche und klimakundliche Informationen versteckt geblieben wären.

4.5 Untersuchungsergebnisse aus dem Waadtländer Oberland und dem untern Rhonegebiet

Diagramm 15: Pillon, 1700 m ü.M.

Tatsächlich fliesst das Wasser des Ormonts-Tales bereits nach Bex in die Rhone. Andererseits ist die Wasserscheide des Pillonpasses mit der niedrigen Meereshöhe von nur 1500 m noch Teil der nördlichen Kalkvorpalpen. Sie liegt zwischen den Kalkhochalpen der Diablerets- und Wildhorndecke im Süden und der penninischen Niesendecke im Norden und liegt selbst im Gebiet der ultrahelvetischen Decken, die sich im allgemeinen durch stark verfaltete und leicht verwitterbare Gesteine auszeichnen (Zone des Cols).

Das kleine Moor, wo wir 1938 zum ersten Mal bohrten, ist das Marais de Rosaire hart unterhalb des Lac de Retaud. Es ist ein leicht nach SW geneigtes Flachmoor in einer Hangmulde, die sich Richtung Ormonts entwässert und heute von einem Parkplatz stark eingeengt wird. Diagramm 15 entstammt einer Bohrung mit dem Hillerbohrer, die zusammen mit Dr. Neuhäusl 1964 ausgeführt wurde. Datierungen:

in 62 cm Tiefe	B-2419	2350±100 BP
in 112 cm Tiefe	B-2418	3270±100 BP
in 162 cm Tiefe	B-2417	4270±100 BP
in 187 cm Tiefe	B-2416	4700±100 BP
in 237 cm Tiefe	B-2415	5550±110 BP
in 262 cm Tiefe	B-2414	6040±110 BP
in 312 cm Tiefe	B-2413	8080±130 BP
in 337 cm Tiefe	B-2412	8760±100 BP
in 360 cm Tiefe	B-2411	8870±120 BP

Das Diagramm dieses Moores ist durch seine Höhenlage um 1700 m besonders wertvoll und mit dem Diagramm 13 der Untern Bunschleralp zu vergleichen. Leider ist das Spätglazial nur ganz knapp erfasst, was damit zusammenhängen dürfte, dass das ganze Gelände des Moores leicht gegen SW geneigt ist. Ob sich ein eigentlicher Muldenboden vorfindet, müsste durch weitere Sondierbohrungen ermittelt werden. Der erfasste Spätglazialabschnitt umfasst fast nur die Phase der Einwanderung wärmeliebender Gehölze und dürfte nur in den untersten 15 cm das Ende der Jüngern Dryas enthalten. Falls das zutrifft, ist die Jüngere Dryas an dieser lokalklimatisch viel günstigeren Lokalität (als auf der Untern Bunschleralp) krautpollen- und artenreich, wodurch sie sich vom Praeboreal gut abhebt (wenn nicht diese NBP-Phase bereits Teil des Praeboreals selbst ist.)

Für das ausgehende Praeboreal und das frühe Postglazial stellt sich abermals die Frage des Ferntransports von Pollen. Während für das Diagramm Wallbach in 1885 m Höhe die Entscheidung für den Ausschluss einer Anzahl von Wärmeliebenden nicht allzu schwer fiel, ist sie in unserem Fall des Diagramms Pillon in 1700 m Höhe kaum zuverlässig zu begründen. Nicht nur liegen die Obergrenzen, die S. 56 mitgeteilt wurden, für manche Baumarten nahe unserer Lokalität, auch liegt das Moor in klimatisch begünstigter SW-Lage, nur 5–10 km entfernt von artenreichen Laubmischwäldern. Wenn wir auch auf den Ausschluss von Fernflugpollen verzichten müssen, möchten wir doch auf den NBP-Reichtum der EMW- und Tannenphase aufmerksam machen, wo trotz dem Ausschluss der Cyperaceen aus der Pollensumme NBP-Werte von 30% mehrfach überschritten werden. Wir neigen zur Ansicht, dass zur Tannenzeit die Tanne nicht oder nicht alleiniger Waldgrenzbaum war, dass die subalpinen Gehölze aus Tannen und Ulmen mit starker Hasel- und Erlenbeimischung bestanden. Wir glauben, dass die Hasel-Föhren-Phase im Boreal im frühesten Atlantikum von Erlen-Ulmen-Beständen gefolgt wurde (mit typischem hochstaudigem Unterwuchs von Pteridophyten, *Filipendula ulmaria*, *Veratrum*, *Lilium martagon*), die am Ort des Bohrprofils wuchsen.

Man darf nun allerdings aus diesen Tatsachen auf ein gutes Gedeihen wärmeliebender Gehölze 300–400 m höher als heute schliessen, muss aber die Bedingungen dafür gleichzeitig erwähnen: günstige lokale Lage, günstige Klimaphase des frühen Atlantikums, Fehlen der Konkurrenz subalpiner Baumarten. Und übrigens darf man den Charakter dieser lichten und sehr krautreichen subalpinen Gehölze nicht ausser acht lassen, die wohl häufig pionierhaft feuchte und geschützte Nischen des Geländes besiedelten (bestanden sie doch zur Hauptsache aus Erlen, Ulmen, Eschen und Bergahornen).

Aus dem reichlich und zuverlässig datierten Diagramm seien einige Ereignisse herausgehoben:

1. Unter der Voraussetzung, dass wir den Steilanstieg von *Betula*, *Corylus* und *Ulmus* und den Steilabstieg von *Pinus* (Fernflug) zwischen 345 und 340 cm als Moment der Bewaldung auffassen können, erhalten wir für die Bewaldung in 1700 m Höhe das Datum 8800 BP (also im ältesten Boreal).
2. *Abies* scheint etwa ab 8500 BP in die Region eingewandert zu sein und hat sich um 6000 BP im Tal der Grande Eau und am Pillon angesiedelt und scheint zwischen 5600 und 5300 BP in den Waldbeständen die Konkurrenz aufgenommen zu haben, besonders gegen Grauerlen und Ulmen.
3. Fichtenpollen lässt sich ab 5600 BP nachweisen. Die Fichte ist um 4300 BP kräftig am Pillon eingewandert und scheint die Standorte von Ulmen und Bergahorn eingenommen zu haben, weniger diejenigen von *Abies* (also im frühen und mittlern Subboreal).
4. *Alnus viridis*, die Grünerle, hat sich um 3200 BP an unserer Lokalität ausgebreitet, hat aber am Beginn des Subatlantikums um 2600 BP besonders Aufschwung genommen (scheinbar als Folge zugleich stärkerer Rodung). Sie ist vom Beginn des Boreals an in geringsten Spuren nachweisbar (keineswegs erst mit dem Aufkommen von *Picea*). Die klimatischen Verhältnisse des Subatlantikums (auch grössere Schneemengen?) und die jüngern prähistorischen Rodungen oder Übernutzungen haben ihre Massenentwicklung ausgelöst.
5. Kulturspuren scheinen in diesem abgelegenen Gebiet erst um 2800 BP sicher nachweisbar. Hauptrodung und Nutzung gehen wohl ins frühe Mittelalter zurück.
6. Die Schwankungen der NBP-Kurve sind kaum klimatisch oder gar glazialhistorisch auszuwerten. Die Hauptbewegung bringt das Atlantikum in die Kurve durch Förderung mooreigener Gewächse wie Cyperaceen, *Filipendula ulmaria* und vielleicht Rosaceae.

Diagramm 16: Leysin, Les Léchières, 1230 m ü.M.

Leysin liegt am sonnigen SE-Hang der letzten Ausläufer der Niesenkette in Plateaulage über dem untern Tal von Ormont-Sépey. Moränenartige Wälle haben im Ostteil der Siedlung einige flachere und z.T. vermoorte Partien entstehen lassen. Während die tiefe Schlucht der Grande Eau warmgetönte Laubmischwaldelemente aufweist, liegt Leysin im untern Teil im Buchen-Weisstannen-Gebiet, im obern Teil reicht es in den Fichtengürtel hinauf (nach E. Schmid, Vegetationskarte der Schweiz, 1950).

Hart vor dem Schießstand wurde bereits 1938 mit dem Hillerbohrer gebohrt. Das 9 m lange Profil erreichte den Moränengrund nicht und zeigte:

900–855 cm	Tongyttja	Föhrenzeit der Jüngern Dryas
855–710 cm	Seekreide	Föhre, sekundärer Birkenanstieg, Einwanderung der Wärmeliebenden, Praeboreal
710–520 cm	Gyttja und Hypnaceen	EMW 50%, <i>Pinus</i> 20–30%, <i>Corylus</i> 30–10%, Boreal und Beginn Atlantikum
520–450 cm	Hypnaceen	<i>Abies</i> dringt ein, erreicht 30%, obgenannte Arten gehen auf 10% zurück: Atlantikum
450–295 cm	Hypnaceen	Tannenzeit mit bis 80% <i>Abies</i> : Atlantikum
295–235 cm	Sphagnumtorf	Fichte wandert ein: Subboreal?
235–30 cm	Sphagnumtorf	Fichte ca. 40%, Tanne 50–25%: Subboreal/Subatlantikum
30–0 cm	Zersetzter Sphagnumtorf	Fichte 50–65%: historische Zeit

Das schöne Profil ist zu pauschal untersucht, als dass es hier publiziert werden könnte. Es müsste neu untersucht werden.

Da sich unser Hauptinteresse vorerst auf das Spätglazial richtete, wurde 1941 im östlichen, abgetorften Teil eine weitere Bohrung niedergebracht. Dieses Profil zeigte:

0	–174	cm	Flachmoortorf, mehrfach mit Holz
174	–220	cm	Seekreide, oben gelbrötlich, unten rötlich
220	–265	cm	Seekreide, grau
265	–309	cm	Seekreide, hell, fast weiss, bei 266 cm dünnes, olivgraues Bändchen, das sich bei einer Nachbohrung 1966 als Bimstuff herausstellte
309	–318,5	cm	Seekreide, helle und rötliche Farben gemischt
318,5	–320,5	cm	Seekreide mit Übergängen zu Tongyttja
320,5	–550	cm	Tongyttja, im obern Teil mit einigen Seekreideschichtchen, im mittlern und untern Teil mit häufigem Wechsel von blauen und braunen Schichten, ab 530 cm reich an Steinchen, bei 550 cm undurchdringlicher Steinwiderstand

Die ungefähr 500 m lange und gegen 100 m breite Mulde ist z.T. abgetorft, z.T. bepflanzt, ohne wesentliche Reste ehemaliger Moorvegetation, stellt aber ein überaus wertvolles Archiv der lokalen Vegetationsgeschichte dar.

Das Spätglazial sei an Hand des Diagramms 16 besprochen: Der Abschnitt Ia ist durch Gramineen-, *Artemisia*- und Chenopodiaceen-Dominanz unter den NBP und durch 30–40% *Pinus* charakterisiert. Die tiefern Teile (unter 400 cm) sind so pollenarm, dass sich die Untersuchung kaum lohnt. Den Wechsel von braunem und blauem Seesediment deuten wir als Ablagerung bei bald torrentieller, bald ruhiger Einschwemmung, evtl. auf einen Toteisblock. Erst in einer Vorphase des Bölling erhalten wir ein Pollendiagramm von einigem Aussagewert. Es fällt auf, dass die Birke fast ganz fehlt: offenbar haben an dem sonnigen, trockenen Hang günstige Wuchsorte fast gefehlt, während die *Artemisia-Ephedra*-Flur auf den steilen Erosionshängen gut gedieh, an einigen felsigen oder grobblockigen Stellen wohl auch Reliktföhrengruppen.

Das Bölling (oberhalb 325 cm) ist knapp, doch typisch entwickelt. Es fällt auf, dass neben gut entwickeltem *Hippophaë*-Gebüsch *Juniperus* nur ganz spärlich entwickelt ist. Auffällig ist auch das sehr hohe NBP-Prozent (60–40%) bis in den Anstieg der Föhrenzeit hinein. Offenbar lag der Profilort in Ib und Ic noch ganz im Bereich der obern Grenze der Wiederbesiedlung durch Bäume.

Bölling und Alleröd verraten durch ihre geringe Mächtigkeit, dass die umliegenden Hänge durch geschlossene Vegetation von da an gut gefestigt waren. Die Ton- und *Artemisia*-Zunahme der nachfolgenden Jüngern Dryas sind so gering, dass an tiefgreifende Einflüsse des Klimarückschlages auf die lichten Föhrenbestände des Hangs von Leysin nicht zu denken ist. Die Grenze der Jüngern Dryas ist nach unten durch den Laacher Bimstuff, nach oben durch die *Artemisia*-Kurve und das Verschwinden der Toneinschwemmung zuverlässig zu legen.

Ob die kleine *Artemisia*-Zunahme zur Zeit der Einwanderung der Wärmeliebenden bei 205–190 cm, die mit dem sekundären Birkenanstieg zusammenfällt, nicht nur als Folge dieses Bestandeswechsels, sondern klimatisch bedingt ist, ist kaum zu entscheiden.

Die sehr grosse Ähnlichkeit des Diagrammverlaufs in Leysin mit demjenigen auf den fast genau gleich hoch gelegenen Saanenmösern, die lokalklimatisch bedeutend ungünstiger liegen, scheint zu zeigen, dass die Vegetationsentwicklung

im Spätglazial in ganz überwiegendem Mass durch das Allgemeinklima bedingt war. Besonders wertvoll am Profil Leysin ist überdies, dass es sich hier um den vorläufig südwestlichsten Punkt des Nachweises des weissen Laacher Bimstufes handelt.

Diagramm 17: Etang de Luissel, 540 m ü.M.

Die tiefen Lagen des untern Rhonetals, westwärts des Rhoneknies bei Martigny, stellen eine Kulturlandschaft stärkster menschlicher Beeinflussung dar. Die breite Rhoneebene bis zur Mündung der Rhone in den Genfersee ist ein monumentaler Zeuge der Erosions- und Akkumulationsvorgänge des Spätglazials einerseits, der historischen (und prähistorischen) Rodungsfolgen andererseits. Bis heute sind noch keine Tiefbohrungen mit dem besondern Ziel der zeitlichen Festlegung dieser Auffüllvorgänge untersucht worden. Sie wären von grösstem Interesse für das Verständnis der geomorphologischen Vorgänge und der würendzeitlichen Verhältnisse.

Ähnlich problemreich wie die Geomorphologie ist im Unterwallis die Vegetationsgeschichte. Die Karte von Emil Schmid (1950) zeigt die reiche Entwicklung des Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwaldgürtels, dazu die submediterranen Flaumeichengürtel-Einstrahlungen auf der SW-exponierten Talseite, die *Castanea*-Pflanzungen auf dem NE-exponierten Gegenhang. Besonders auffällig ist im Gegensatz zum innern Wallis der breite Buchengürtel, der beide Talhänge bekleidet, Ausdruck der reichlichen Niederschläge, die die Westwinde hier an den Alpenrand herantragen. Paul Keller (1934, S. 37) hat schon früh auf den Lac de Luissel hingewiesen, an dem ein bronzezeitlicher Pfahlbau gestanden hätte; die versprochene Untersuchung ist aber nie publiziert worden. In seiner Walliser Arbeit hat Keller (1935) intensiv nach tiefgelegenen Moorobjekten im Unterwallis gefahndet, doch bloss ein 175 cm langes Profilstück von «Les Rigoles» bei Vionnaz untersuchungswürdig befunden. Es dürfte einen hoch- oder spätatlantischen Ausschnitt der Vegetationsgeschichte umfassen mit reichlicher Tanne und Buche, in den obersten Proben aber doch wohl Spektren aus dem Subatlantikum aufweisen, da scheinbar reichlich *Castanea* darin vorkommt. Die Bemühungen Paul Kellers zeigen, welche Schwierigkeiten in der Unterwalliser Talstufe die Vegetationsgeschichtsforschung hat.

Diese Verhältnisse rechtfertigen es, dass wir einen Ausschnitt vorlegen, der im März 1961 im südlichen Teil jenes schon von Keller erwähnten Lac oder Etang de Luissel erbohrt wurde, leider aber auf 472 cm Tiefe auf einem undurchdringlichen Widerstand endet. Das Profil zeigt folgende Materialverhältnisse:

0–70 cm	Teichschlamm (z.T. gestört?)
70–150 cm	Helle Kalkgyttja
150–462 cm	Dunkle (Kalk-)Gyttja mit vielen Farbwechseln
462–474 cm	Tonige Seekreide
474–480 cm	Kies und gröbere Steine

Die Ursache der relativ jungen Kieseinschwemmung ist nicht klar ersichtlich. Vermutlich dürften Bohrungen im zentralen Teil der Wasserfläche weiterkommen und wertvolle Aufschlüsse liefern.

Das Profil wurde nach einigen Übersichtsanalysen 1965 durch Vera Markgraf bearbeitet: Profil 17.

Drei ¹⁴C-Daten ergaben:

in 188 cm Tiefe	B-2147	1280 ± 100 BP
388 cm Tiefe	B-2148	2640 ± 100 BP
449 cm Tiefe	B-2149	4790 ± 120 BP

Es ist sehr wertvoll, im Etang de Luissel ein schönes Profil aus dem Abschnitt der jüngern prähistorischen Kulturen bis zur Gegenwart zu haben. Die drei Datierungen und 31 Pollenspektren vermögen freilich noch kein sehr genaues und differenziertes Bild der Entwicklung der Vegetation herzustellen, wie es wünschbar wäre. Wir versuchen, einige Hauptzüge herauszulesen:

1. Die Landschaft des genferseenehen Rhonetals war bis zur Römerinvasion voll bewaldet.
2. Starke Schädigungen der Buchen-, Eichen-, Ulmen- und Lindenbestände gehen auf das Endneolithikum und die Bronzezeit zurück (4300 und 3400 BP).
3. Die eigentliche Verkahlung der Landschaft setzte um 2600 BP ein und dürfte in dieser Tief- und Tallage nicht als Folge der subatlantischen Klimaverschlechterung aufgefasst werden. Um diese Zeit beginnen die Anpflanzungen von *Juglans*, *Vitis*, *Cornus mas* (?) und wird Getreideanbau spürbar.
4. Im Neolithikum und in der Bronzezeit wurden die Kulturen besonders in Buchen- und Eichenwäldern angelegt, in der jüngern Eisenzeit (um 2600 BP) wurden die letzten grossen Eichenwälder wahrscheinlich durch Weidgang genutzt (*Plantago lanceolata*!) und vernichtet.
5. Durch die römerzeitlichen Einflüsse wurde diese eisenzeitliche Kulturlandschaft ausgeweitet und landbaulich systematisiert. Die Buchen verschwinden fast ganz, *Juglans* wird in grossem Mass angebaut, Ackerkulturen, evtl. auch *Humulus/Cannabis* werden gepflegt. Unkräuter und Ruderalia treten reichlich auf. Der Grasbau muss aber stets eine gewisse Bedeutung gehabt haben (*Plantago lanceolata*, Umbelliferae, Rosaceae, Compositae).

6. Interessant ist die starke Zunahme der Eiche im Mittelalter: die Eichelmast der Schweine scheint auch hier eine grosse Rolle gespielt zu haben (das Acherum).
7. Von grosser vegetationskundlicher und klimatologischer Bedeutung ist die *Abies*-Dominanz der drei untersten Proben. Eine Erweiterung des Diagramms nach unten ist wünschenswert.
8. *Picea* spielt erst seit der Bronzezeit eine untergeordnete Rolle.

4.6 Untersuchungsergebnisse aus dem Mittelwallis, Berneralpenseite

Die imposante breite Talebene des Mittelwallis ist eine Alluvialebene, in der die Rhone durch mächtige und meist ganz flache Aufschüttungskegel aus Seitentälern bald an den linken, bald an den rechten Rand des Talbodens abgedrängt ist. Dieser Talboden ist kiesig-sandig, war bis zur modernen Melioration ein Kies-, Altwasser-, Auwaldgebiet mit kurzfristigen Tümpel- und Torfbildungen. Nur technische Tiefbohrungen über Dutzende von Metern können die Talgeschichte aufhellen. Dieser labile und unwirtliche Talboden war auch nicht der Siedlungsraum der Walliser Bevölkerung, er war viel eher eine Schranke zwischen der sonnexponierten Berneralpenseite und dem Ausgang der penninischen Täler auf der Schattenseite des Haupttales. In ähnlicher Weise scheiden die Bergsturz- und die Alluvialmassen im Gebiet des Pfywaldes und des Illgrabens das französischsprechende Mittelwallis vom deutschsprechenden Oberwallis.

Es kommt hinzu, dass das glazial übertiefte Haupttal beidseitig durch hohe Steilhänge begrenzt ist, an denen die Mündungen der Seitentäler eindruckliche Stufenmündungen darstellen. Höchstens die erhöhten Teile der Alluvialkegel, vielfach erst die hochgelegenen Schulterterrassen bieten Siedlungsraum und Kulturmöglichkeit.

Die für pollenanalytische Untersuchungen brauchbaren Sedimente liegen deshalb allesamt erst auf diesen Schulterterrassen und reichen daher auch nie auf das Niveau des Talbodens in 500 m Meereshöhe hinunter.

Es kommen aber noch einige wichtige moorfeindliche Faktoren hinzu: Das Mittelwallis ist ein typisches inneralpines Trockental, fast ringsum von Hochgebirgen eingeschlossen, die als Regenfänger wirken: es hat in den tiefern Lagen durchschnittliche jährliche Regenmengen um und unter 700 mm (nach Uttinger 1949: Sion 590 mm, Sierre 580 mm, Visp 640 mm, Brig 730 mm, Staldenried 530 mm, Grächen 560 mm, Montana 840 mm). Die Berneralpenseite ist auf ihrer ganzen Länge süd- oder schwach SSE- exponiert, so dass Temperatur und Verdunstung sehr hoch liegen. Das ganze Gebiet ist uraltes Siedlungsgebiet, in dem Moore und Seeflächen kaum irgendwo ungestört auf unsere Tage übergehen konnten, einerseits infolge des engen Lebensinteresses am Wasser selbst, andererseits infolge der katastrophalen Folgen der masslosen Rodungen.

Uns bleiben deshalb nur ganz wenige tektonisch bedingte Muldenablagerungen, die all diesen Einflüssen entgingen. Es sind das der Lac du Mont d'Orge ob Sion und einige Mulden auf der Terrasse von Montana (bei deren Abdämmung wohl auch Seitenmoränen des Rhonegletschers eine Rolle spielen). Manche Muldenablagerungen auf dem Plateau von Savièse und unterhalb Montana-Crans dürften durch Hangerosion und massive Akkumulation verschwunden sein und ihre Information erst durch intensivierete Bohrtechnik preisgeben. Durch Feuchtstellen in hangparallelen Tälchen verraten sie sich deutlich.

Unsere Versuche der Pollenanalyse erdiger Materialien auf den neolithischen Ausgrabungsstellen bei St. Léonard und auf dem Heidnischbiel bei Raron blieben fast ganz negativ (vgl. Sauter 1960). Eigentümlicherweise fiel auch die Analyse der sandigen Sedimente in einem der grössten Tümpel im Bergsturzgebiet des Pfywaldes völlig negativ aus, wohl deshalb, weil beim kräftigen Grundwasserdurchfluss und beim schwankenden Wasserstand, dazu bei der hohen Wassertemperatur, der Pollen durch Oxydation zerstört wurde.

Der Südfuss der westlichen Berner Hochalpen stellt, in den grossen Zügen betrachtet, die Wurzelzone der Helvetischen Decken dar, der Morcles-Decke, der Diablerets-Decke und der Wildhorn-Decke, südwärts eng anschliessend aber auch die Wurzelzone der Ultrahelvetischen Decken (Plateaux von Savièse und von Ayent) (Badoux, Bonnard, Burri 1959).

Diagramm 18: Lac du Mont d'Orge ob Sion, 640 m ü.M.

Die Geologie dieser tektonischen Mulde kompliziert sich abermals dadurch, dass der sich am Südrand des Sees hinziehende Felshügel einen ausnahmsweise auf die rechte Rhoneseite übergreifenden tertiären Stirnlappen der penninischen Decken darstellt. Der Nordrand des Sees wird von steilstehenden liasischen Schichten der ultrahelvetischen Wurzelzone gebildet. Diesem tektonischen Kontakt, vielleicht auch gewissen Auswaschungsvorgängen im triasischen Gestein des Mont d'Orge verdankt der Lac du Mont d'Orge seine Entstehung und Erhaltung. Die massiven tonigen Einschwemmungen des Seebeckens entstammen den Liasen der Bex-Laubhorn-Decke des Ultrahelvetikums.

Ebenso krass wie die geologischen Gegensätze der Bohrlokalisierung sind die Gegensätze in den anstossenden Vegetationseinheiten. Es ist zwar noch sehr normal, dass sich die Pflanzenwelt des Sees und seiner Ufer in Gegensatz stellt zu derjenigen seiner Umgebung. Im Westen, besonders aber im Osten stösst an den See ein breiter Schilfgürtel, dem mehr-

fach *Typha latifolia* und *Nymphaea alba* vorgelagert sind. Im Wasser wachsen *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton filiformis*, *Polygonum amphibium*. Gegen den Uferstrand zu machen sich *Salix cinerea*-Gebüsche breit, zwischen denen noch 1953 *Ophioglossum vulgatum* wuchs, die aber in den letzten Jahren zu Schuttablagerungsgelände geworden sind. Hart daneben steigen auf dem Nordufer Trockengebüsche und Trockenrasen an, während das Südufer von einem Laubmischwald des Steilabfalls des Mont d'Orge gebildet wird (mit *Alnus incana*, *Ulmus campestris*, *Acer campestre* und *A. opalus*, *Salix appendiculata*, *Quercus petraea* und *Q. pubescens*, dazu mehrfach *Pinus silvestris*, *Picea abies*, *Abies alba*). So stark mit Laubholz durchsetzte Baumbestände gibt es in der Umgebung freilich nur auf Schattseiten und in Bachschluchten. Auf der offenen und südexponierten Fläche dominieren überall *Pinus silvestris*-Wälder und (meist) Felsenheide. Gerade der Trias-Felsklotz des Mont d'Orge (786 m ü.M., also 146 m höher als der kleine See) ist ein klassischer Standort der Walliser Felsenheide, wie sie Christ (1879) und Frey (1934) beschrieben. Fast die ganze Umgebung des Sees ist intensiv gepflegtes Rebengelände, das durch ein Bewässerungssystem mit jahrhundertalter Erfahrung in Trockenzeiten feucht gehalten wird. Auf dem wellig-muldigen Lias-Gelände vom See bei La Mura bis nach Savièse und Ayent hinauf wird Gemüse und viel Obst gepflanzt und setzen nach oben (gegen 1000 m ü.M.) Gras- und Viehwirtschaft ein. In den letzten Jahrhunderten, z.T. noch heute, besetzen diese Walliser Bauern Alpweiden auf der Nordseite der Berner Alpen.

Aus eigenen floristischen Beobachtungen an einem Vegetationsprofil von Sion bis in die alpine Region seien einige Angaben über die Höhenverbreitung von Gehölzarten festgehalten:

2200–1300 m (z.T. tiefer)	<i>Larix</i> , <i>Picea</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> (spärlich <i>Pinus mugo arborea</i>)
1950–900 m	<i>Abies</i> (reichlich um 1750 m)
2100–500 m	<i>Sorbus aria</i> (oben zerstreut)
1600–1000 m	<i>Acer pseudoplatanus</i> (<i>Fagus</i> ganz selten) (<i>Ulmus scabra</i> selten) (<i>Quercus robur</i> ?)
1500–500 m	<i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Corylus</i> , <i>Pinus silvestris</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Acer opalus</i> , <i>Acer campestre</i> , (<i>Populus tremula</i>), <i>Prunus spinosa</i> , <i>Hippophaë rhamnoides</i>
900–500 m	<i>Ulmus campestris</i> , <i>Juglans</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Populus nigra</i> , (<i>Ephedra helvetica</i> selten)

Die Höhengrenze von 2200 m wird praktisch von keinem Einzelbaum überschritten. Infolge von Kulturmassnahmen reichen *Larix* und *Picea* vielfach auf 1000 m herunter. *Alnus incana* (selten *A. glutinosa*) dürfte bis etwa 1500 m hinaufreichen, während *Alnus viridis* fast fehlt.

Auf die etwas schematisierende Darstellung der Höhengürtel auf der Vegetationskarte der Schweiz von Emil Schmid (1950) sei hingewiesen: die weitgehende Zerstörung der natürlichen Vegetation durch den Menschen kommt für die Gegend von Sitten klar zum Ausdruck.

Im Ostteil des Lac du Mont d'Orge, mitten im 2–3 m hohen Schilfwald, wurden im Lauf der Jahre fünf Bohrungen mit dem Hillerbohrer ausgeführt. Die zwei ersten Bohrungen wurden 1953 relativ nahe dem Wasserabzugskanal, nahe dem Steilabfall des Mont d'Orge, niedergebracht. Die erste stiess schon bei 400 cm auf undurchdringlichen Steinwiderstand, auch bei Wiederholung 1 m daneben. Die zweite Bohrung, 15 m nördlicher, erreichte bei 885 cm Tiefe den blauen Seeton, der im Böllingbereich liegen dürfte. Die dritte Bohrung wurde 1956 wesentlich nördlicher angesetzt und musste bei 1500 cm in steinigem blauem Seeton abgebrochen werden. 1957 wurde der spätglaziale untere Teil hart neben der dritten Bohrung nochmals heraufgeholt, 1970 der oberste und jüngste Abschnitt durch frisches Material ergänzt. Im Lauf der Jahre wurden 27,3 m Material in 233 Proben und Präparaten untersucht.

Das Diagramm 18 setzt sich aus verschiedenen Profilstücken zusammen: Der Abschnitt 10–550 cm wurde 1970 nahe dem Nordende des östlichen Schilfbestandes entnommen (SE der Mündung der mächtigen Beton-Sichtrohr-Mündung, 19 m SSW des Austrittspunktes des Sichtrohrs am Feldweg, nahe dem Seeufer im nassen Schilfbestand drin, rund 6 m vom folgenden Bohrpunkt entfernt. Der Abschnitt 600–1350 cm wurde 1956 erbohrt im heutigen Bereich der Mündung des mächtigen Beton-Sichtrohrs, das damals noch nicht erstellt war. Zu dieser Bohrung gehört auch der Abschnitt 1417, 5–1500 cm. Das Stück 1345–1401 cm entstammt der Bohrung von 1957, 70 cm neben der vorigen. (Dieses letzte Stück musste deshalb aus der Parallelbohrung eingesetzt werden, weil die erste Bohrung an dieser Stelle grosse Bohrverunreinigungen zeigte.)

Das Diagramm 18 ist an den Nahtstellen dieser Profilausschnitte unterbrochen. Die Zusammenfügung ist in den unteren Teilen durch Diagrammvergleich genügend gesichert, an der Nahtstelle um 550/600 cm durch zwei übereinstimmende ¹⁴C-Daten.

Die Diagrammunterbrüche bei 1449/1456 cm und 1467/1477 cm stellen wässrige Toneinschwemmungen dar, die beim Bohren sekundär verunreinigt waren und eine Probeentnahme nicht erlaubten, bei einer Nachbohrung infolge groben Bohrwiderstandes nicht nochmals entnommen werden konnten.

Das Material der 15 m langen Bohrung kann allgemein als Kalk-Tongyttja mit sehr wechselnden Anteilen an Ton, an organischer Gyttja, an Kalk, vereinzelt an Torf bezeichnet werden. Es hat vorläufig keinen Sinn, die gegen hundert Wechsel in Zusammensetzung und Farbe (blau-grünlich-grau-bräunlich-braun-schwarz) wiederzugeben. Einige Wechsel möchten zwar klimatisch bedingt sein, andere sind aber mehr zufälliger Natur. Wichtig ist aber festzuhalten, dass der rein blaue Seeton bei 1466 cm beginnt und ab 1499 cm reichliches Skelett enthält, das Handbohrung verunmöglichte.

Versuchen wir, dieses schönste und tiefstgelegene Diagramm aus dem Mittelwallis zu beschreiben.

Zone Ia: Aus der Ältesten Dryas konnten in allen drei Tiefbohrungen auffallenderweise nur ganz kurze Stücke gehoben werden, wenn sie nicht ganz fehlte. Was sich im Diagramm zwischen 1477 und 1499 cm abbildet, kann als Ia-Ende oder als Ib-Anfang aufgefasst werden auf Grund des schon recht hohen Birkenanteils von 20% und des geringen *Artemisia*-Anteils von nur 8% (Kennzeichen, die freilich den Nordalpen entnommen sind).

Zone Ib: Der Abschnitt 1467 (vielleicht 1475)–1456 cm dürfte unzweifelhaft das Bölling darstellen (*Juniperus*- und *Hippophaë*-Vorgipfel, dann *Betula*-Dominanz). Bemerkenswert ist der starke *Pinus*-Anstieg am Ende, der für eine recht frühe und recht dichte Föhrenbesiedlung spricht.

Zone Ic: Es sieht aus, wie wenn der Abschnitt 1456–1447 cm einem Klimarückschlag, wohl der Ältern Dryas, entsprechen könnte. Für diese Deutung sprechen die starke NBP-Zunahme, die *Hippophaë*- und *Artemisia*-Zunahme und das Wiedererscheinen einer dominanten Birkenbewaldung.

Zone II: Was darauf folgt, kann man im ältern Teil als Ic-Ende auffassen oder aber zum Alleröd schlagen (1147 bis ca. 1410 cm). Es fällt auf, dass diese ältern Spätglazialabschnitte viel Birke und starke Birkenzwischengipfel aufweisen, wie wir das als Besonderheit im Diagramm 3, Lörmoos, und im Diagramm 9, Faulenseemoos, feststellten und als Ausdruck wasserreicher und muldiger Standorte deuteten. Wie dort sind die zwei folgenden Zonen beschaffen:

Zone III: Die Jüngere Dryas ist ganz von *Pinus (silvestris)* dominiert und zeigt kaum eine Zunahme der NBP in dieser tiefen Höhenlage von nur 640 m ü.M. (im Gegensatz zu Höhenlagen um 1500 m, Montana). Die Eintönigkeit inneralpiner Föhrenwaldes muss noch ausgeprägter gewesen sein als im Alleröd (wegen erhöhter Kontinentalität?), was nicht heisst, dass die Föhrenbestände den Charakter von relativ dichten Föhren-Hochwäldern hatten.

Zone IV: Wohl auf Grund weniger extremer Kontinentalität finden wir im Praeboreal einen ausgeprägten sekundären Birkenanstieg, sehr bald aber auch die ersten Spuren der einwandernden wärmeliebenden Gehölze, unter denen Grauerle, Hasel und Ulme von Anfang an am stärksten hervortreten.

Zusammenfassend können wir über das Mittelwalliser-Spätglazial der tiefern Tallagen sagen:

1. Die Älteste Dryas ist ausserordentlich kurz (als Folge später Gletschervorstösse?)
2. Die Föhre tritt sehr früh (schon im Bölling) stark hervor (Kontinentalität, Refugien?)
3. *Artemisia* konnte in diesen Tallagen nie zur Bildung von Massenvegetation gelangen, wie man sich das nach der rezenten guten Entwicklung der Felsensteppe vorstellen könnte.
4. *Ephedra* tritt ebenfalls viel spärlicher auf, als man sich vorgestellt hätte, zudem fast ausschliesslich in den Abschnitten, die wir dem Bölling und dem Praeboreal zuordnen. Was aber noch mehr verwundert, ist, dass nur die Vorkommen bei 1477 cm sichere *E. helvetica* (bzw. mindestens *E. distachya*-Typen) sind, während die höher oben vorkommenden Körner vom *nebrodensis*- oder *strobilacea*-Typ zu sein scheinen (erst ab 1295 cm treten wieder *E. distachya*-Typen auf – und zwar bis zur Oberfläche 6 Körner gegenüber nur 2 Körnern von *fragilis* und 1 Korn vom *nebrodensis*-Typ).
5. *Populus* (wohl *tremula*) hat im Bölling und in der frühern Wärmezeit eine gewisse Rolle im Gehölzbestand gespielt.
6. Die Cyperaceen haben im Spätglazial nur in der Ältesten Dryas eine nennenswerte Rolle gespielt (seichtes Wasser über Toteis?).

Die Erscheinungen unter den Punkten 1,3,4,6 dürften mit dem späten Abschmelzen (oder Vorstossen?) des Talgletschers oder dem Vorstossen von Seitengletschern ins Haupttal zusammenhängen, die andern Erscheinungen durch solche des Überdauerns in günstigen Lagen bedingt sein. Wir kommen später im Zusammenhang darauf zurück.

Das Postglazial weist drei Hauptabschnitte auf, die wir vorerst tabellarisch charakterisieren:

	NBP	Pinus	EMW	Corylus	Quercus	Ulmus	Tilia	Fraxinus	Abies	Picea
DA C: 520– 10 cm	40–70%	5–20%	3– 7%	2– 6%	3– 6%	0–½%	0–½%	0–½%	½– 3%	4–16%
DA B: 1150– 520 cm	20–30	15–30	8–20	5–11	6–20	1–2	½–1	½–1	3–12	0– 3
DA A: 1325–1150 cm	10–20	40–50	15–20	5–18	8–13	4–7	1–3	½–2	0–(5)	0

DA A

Der erste Hauptabschnitt umfasst annähernd das Boreal, reicht aber nach unsern Datierungen noch in das Ältere Atlantikum hinein (Unsicherheit besteht darüber, ob die Zonengrenze wirklich bei 7500/8000 BP liegt und ob unsere Datierungen und Interpolationen richtig sind, auch, ob der *Fraxinus*-Anstieg bei 1208 cm und der *Abies*-Anstieg bei 1190 cm Folgen eines feuchtern Klimas oder einfache Wander- und Ausbreitungserscheinungen sind). Jedenfalls handelt es sich um einen Abschnitt, den man als EMW-Föhrenwald-Abschnitt bezeichnen kann, in dem der Mensch vermutlich ohne jeden Einfluss war.

In diesem 2000 Jahre dauernden Abschnitt heben sich nur die ersten 500 Jahre schwach ab durch das Fehlen der Esche und den leicht verstärkten Birken-Erlen-Hasel-Anteil. Die Hasel erreicht aber mit bloss 20% lange nicht die Massenentwicklung wie anderwärts. Um so verwunderlicher ist dann der relativ hohe Anteil von Ulme, Linde und Esche. Vermutlich waren sie auf der Nordseite des Mont d'Orge und um den See herum am stärksten vertreten, während die sonnexponierten Flächen lichten Föhrenwald trugen.

Es ist nach dem geringen Anteil von ca. 10% Eiche (die ein grosser Pollenproduzent ist) und dem wahrscheinlich starken Überwiegen von *Ulmus scabra* über *Ulmus campestris* (angesichts des recht reichlichen Vorkommens von *Alnus*, *Fraxinus*, *Tilia* und *Hedera*) wahrscheinlich, dass das Mittelwallis schon in den ersten Jahrtausenden des Postglazials den bekannten Charakter eines inneralpinen Föhrentals trug, dass also die Föhrenwälder des Wallis dank der Kontinentalität des Klimas die direkte Fortsetzung der spätglazialen Föhrenwälder sind.

DA B

Der zweite Hauptabschnitt ist der weitaus längste, indem er von ungefähr 7200 bis 2500 BP dauerte. Er umfasst also die Zonen des Ältern und Jüngern Atlantikums und des Subboreals. Durch erhöhten und spezifischen NBP-Anteil hebt er sich deutlich vom ersten und vom dritten Abschnitt ab. Die Gramineen erreichen 5-15%. *Artemisia* erreicht über fast den ganzen Abschnitt die höchsten Werte seit der Eiszeit und ist mehrmals stärker vertreten als im rezenten Pollenniederschlag. Gegenüber dem ersten Hauptabschnitt sind viel stärker vertreten: Caryophyllaceae, Compositae beider Unterfamilien, Ranunculaceae. Bemerkenswert ist nun aber, dass der ganze Abschnitt durch gleichmässiges Auftreten folgender Sippen charakterisiert ist: *Cerealia*, *Polygonum cf. convolvulus*, *Plantago lanceolata*, *P. maior*, *P. media*, Chenopodiaceae, *Urtica*, *Linum* (mehrfach) (dagegen *Vitis* sehr selten). Vgl. Welten 1977.

Es ist zweifellos richtig, wenn wir von annähernd 7200 BP an Viehzucht und Ackerbau annehmen (es sei denn, dass unsere Datierungen falsch sind). Dem Kultureingriff schreiben wir den sehr starken Rückgang der Ulmen, Linden und Eschen und die Zunahme der Hasel- und Erlenbestände zu. Aus dem ebenfalls starken Rückgang von *Pinus* und dem konstanten Auftreten von *Pteridium* (vielleicht auch aus dem häufigen Auftreten von *Typha*-Pollen im See) schliessen wir auf die Anwesenheit von Vieh in den sich lichtenden Wäldern. Die Menschen des frühen Neolithikums waren wohl Siedler kleinräumig gerodeter und grossräumig durchweideter Wälder. Es fällt auf, dass von der Zeit des Jüngern Neolithikums an und durch die Bronze- und Eisenzeit hindurch die Eichenpollen die Prozentwerte der *Pinus*-Pollen erreichten oder deutlich überschritten. Zwar fällt der Teilabschnitt mit der subborealen Zone zusammen, der man erhöhte Kontinentalität zuschreibt: der Rückgang von *Abies* und die Zunahme von *Picea* sind wohl in diesem Sinne zu deuten. Dass aber gleichzeitig *Pinus* und *Artemisia* signifikant abnehmen, spricht dafür, dass die Eichen durch Kulturmassnahmen gefördert wurden (Rasen unter lichten Eichenbeständen? Eichelmast?). *Pinus* hat, nach dem Pollendiagramm zu beurteilen, bereits in der Bronze- und Eisenzeit die niedrigen Werte erreicht, die die ganze historische Zeit bis zur Gegenwart auszeichnen.

DA C

Der dritte und letzte Hauptabschnitt umfasst das Subatlantikum bis zur Gegenwart (2500 BP bis heute). Er beginnt in der späten Eisenzeit, ganz besonders aber in der Römerzeit mit einer grossräumigen Vernichtung der montanen Wälder bis auf ganz kleine Reste an Steilhängen und in Schluchten. Er zeigt vom Standpunkt des Vegetationsgeschichtlers aus das Bild trostloser Verwüstung der Naturlandschaft, das Bild aber auch einer völlig neu entstehenden Kulturlandschaft, die jeden Reisenden im Wallis tief beeindruckt.

Unser Diagramm zeigt geringe *Quercus*-Werte, niedrige *Pinus*-Werte, anfänglich verhältnismässig hohe *Picea*-Werte von 12-18%, die aber im Mittelalter wieder stark zurückgehen, zeigt sehr stark abnehmende *Abies*- und *Fagus*-Werte, anfänglich vereinzelt *Carpinus*-Pollen. Während *Larix*-Pollen als Fernflug aus höhern Lagen im zweiten Hauptabschnitt kaum je 0,3% überschreiten, erreichen sie in diesem obersten Abschnitt mehrfach Werte über 1%. Man könnte bei Annahme gleicher *Larix*-Bestände an der Waldgrenze den Schluss ziehen, dass die Gehölze im Tal mindestens um das Dreifache reduziert wurden. Diese Vernichtungserscheinungen reichen aber offenbar bis in die hochmontane und subalpine Stufe hinauf (*Picea*!) und in die Steilhänge der Schluchten hinein (*Fagus*! *Abies*!).

Diesem Bild der Zerstörung gesellt sich nun aber ein überwältigendes Bild der Kulturtätigkeit bei:

Vom 2. oder 1. Jahrhundert vor Christi Geburt bis ungefähr um 1500 n. Chr. finden wir 8-20% *Cerealia*-Pollen, meist etwas mehr *Secale*, oft aber auch überwiegend *Hordeum*. (Darf man darum den Namen Mont d'Orge von L'orge = Gerste ableiten?).

Dass genau gleichzeitig *Cannabis*, der Hanf, auftaucht und hohe Werte von gegen 10% erreicht und gleich weit reicht wie die reichen Getreidekulturen, bis 1500 n. Chr., ist auffällig und fordert historische Dokumentation heraus. Sehr ähnlich und mit fast der gleichen zeitlichen Begrenzung tritt *Juglans*, der Nussbaum, auf. Sein Pollen erreicht mehrfach 3-5%.

Dass *Centaurea cyanus*, die Kornblume, und *Polygonum cf. convolvulus*, der Windenknöterich, als Getreideunkräuter diese Hauptanbauzeit von Getreide nur wenig überschreiten, ist eine köstliche Information unseres Pollendiagramms.

Schwerer verständlich ist das plötzliche Aufhören der wenn auch geringen Spuren von *Pteridium*-Sporen um jenes kritische Jahr 1500 n. Chr. Es fällt allerdings mit dem letzten starken Rückgang (Verschwinden?) von Erlen und Haseln zusammen und deutet auch auf veränderte Kulturformen hin.

Suchen wir schliesslich Informationen über die Rebenkultur, so müssen wir vorausschicken, dass die Rebe sehr wenig Pollen an die Luft abgibt, weshalb kaum quantitative Angaben über den Umfang des Anbaus möglich sind: die sehr ausgedehnten Weinbergflächen bei La Mura am Lac du Mont d'Orge liefern im subrezentem Pollenspektrum bei 10 cm nur rund 1% *Vitis*-Pollen. Die zwei vereinzelt *Vitis*-Pollenkörner bei 1080 und bei 623 cm dürften eher wildwachsenden Pflanzen als Kulturen entstammen. Trotzdem darf man annehmen, dass Wildtrauben in den Auenwäldern des Tales gesammelt wurden. Die beiden Pollenkörner um ungefähr 2400 BP (bei 530 und 510 cm) könnten aber Primitivkulturen entstammen. Recht eigentümlich mutet nun aber an, dass im Abschnitt, den wir als Römerzeit datiert haben (50 v. Chr. bis 500 n. Chr. 2000–1450 BP), kein *Vitis*-Pollenkorn auftritt. Mehr freilich dürfen wir daraus nicht entnehmen, als dass der Weinbau zur Römerzeit um La Mura nicht in grossem Umfang betrieben wurde, falls er nicht überhaupt fast ganz fehlte. Merkwürdig kontinuierlich setzt er dann plötzlich um etwa 600 n. Chr. ein und behält bis zur Gegenwart relativ ansehnliche Werte. (Nach agrarpolitischer Gesetzgebung durfte der Weinbau nicht über die Grenzen des römischen Reiches hinaus exportiert werden!)

Die letzten 400 Jahre des geschichtlichen Abschnittes bringen Getreide-, Hanf- und Nussbaumkultur fast ganz zum verschwinden. Die zwischen dem Eindringen der Römer und dem Mittelalter artenreichen Unkrautfluren und *Artemisia*-Heiden werden durch intensive Rebenkultur und das Aufgeben der umfangreichen Getreide-Dreifelderwirtschaft verkleinert und reduziert. Im Raum gegen Savièse hinauf macht sich sogar die Wiesenkultur bemerkbar durch stärkeres Auftreten von Umbelliferen, Compositen und *Plantago media* und *P. lanceolata* (die seit dem Beginn der römerzeitlichen Kulturexplosion ganz aus dem Pollendiagramm verschwunden war).

¹⁴C-Datierungen:

in 202 cm Tiefe	B-2174	620 ± 70 BP	(Bohrung 1970)
in 318 cm Tiefe	B-2175	1330 ± 50 BP	(Bohrung 1970)
in 546 cm Tiefe	B-2176	2530 ± 50 BP	(Bohrung 1970)
in 590 cm Tiefe	B-2157	2540 ± 110 BP	(Bohrung 1956)
in 622 cm Tiefe	B-2150	3250 ± 70 BP	(Bohrung 1956)
in 941 cm Tiefe	B-2158	5190 ± 120 BP	(Bohrung 1956)
in 991 cm Tiefe	B-2151	5500 ± 130 BP	(Bohrung 1956)
in 1227 cm Tiefe	B-2159	7890 ± 170 BP	(Bohrung 1956)
in 1270 cm Tiefe	B-2152	7630 ± 100 BP	(Bohrung 1956)

Fügen wir dieser Übersicht einzelne floristische und florensgeschichtliche Ergebnisse an:

1. Unter der Voraussetzung, dass die vorgenommene ¹⁴C-Datierung samt den jeweiligen Interpolationen annähernd richtig sind, können nach Diagramm 18 folgende Einwanderungsdaten an der Lokalität Lac du Mont d'Orge (640 m ü. M.) in erster Näherung angegeben werden:

<i>Larix</i> (subalpin!)	9700 BP	<i>Abies alba</i>	7700 BP
<i>Alnus</i> (<i>incana</i>)	9300 BP	(Höchstwerte 6–16% um 7300–5500 BP)	
<i>Ulmus</i>	9200 BP	<i>Fagus silvatica</i>	7200 BP
<i>Corylus</i>	9200 BP	(Höchstwerte 5–6% um 5200–1400 BP)	
<i>Quercus</i>	9000 BP	<i>Picea abies</i> (4800?)	4200 BP
<i>Tilia</i>	8900 BP	(Höchstwerte 6–18% von 2000 BP bis heute)	
<i>Fraxinus</i>	7000 BP		

Diese Angaben sind nicht als definitive und präzise Ergebnisse zu verwenden, sondern als Diskussionsbeiträge.

2. *Salix* kommt über das ganze Profil in kleinen Werten vor. Es erreicht seine höchsten Werte im Abschnitt Bölling–Alleröd und am Übergang Praeboreal–Boreal (wohl als Ausdruck der Verstrahlung während des Bewaldungsvorgangs), dann noch einmal im historischen Abschnitt (als Folge der Verstrahlung der Seeufer infolge von Ruderalablagerungen, Toneinschwemmung und schwankendem Wasserstand).

3. *Hedera*: Erste Spuren im Praeboreal, dichtestes Vorkommen um 8400 BP und um 7700 BP, dann vereinzelt bis ca. 6300 BP und sporadisch bis heute.

4. *Viscum*: Je dreimal im ältern Boreal und im ältern Atlantikum, gegen die historische Zeit zu nur noch ganz vereinzelt (wohl entsprechend der Waldvernichtung).

5. Die Pteridophytenflora ist in dieser trockenen Landschaft natürlich ganz unbedeutend. Die *Dryopteris*-Typ-Werte gehen kaum über 1–2%. *Botrychium* (wohl stets *B. lunaria*) wurde sporadisch im Alleröd und in der Jüngern Dryas, dann wieder im Atlantikum bis in die Gegenwart festgestellt, fehlte aber im Praeboreal und im Boreal (vielleicht wegen dichten Schlusses der Wälder).

Selaginella selaginoides-Sporen fanden sich vereinzelt in 1298, 1130, 930, 860, 510, 390, 310, 270 und 110 cm Tiefe,

jedoch merkwürdigerweise nirgends im Spätglazial.

Selaginella helvetica-Sporen fanden sich vorwiegend erst vom Atlantikum an, reichlicher zwischen 7000 und 6000 BP, sporadisch bis zur Gegenwart.

6. Aus dem Spätglazial seien nur einige kursorische Angaben wiedergegeben, obwohl ausführliche Bestimmungen von besonderem Interesse wären. Im Allerödbereich fanden wir in verschiedenen Tiefen einer Parallelbohrung Pollen, die wir *Plantago serpentina* eher zuweisen als *P. alpina*. Im Abschnitt Ib und Ic treten immer wieder *Saxifraga*-Pollenkörner auf. Im Praeboreal finden wir bis zur Tiefe 1338 cm hinauf (in einem Parallelprofil bis in den *Alnus*-Anstieg hinein) Pollenkörner von *Plantago alpina* und *P. atrata*. Die letzte findet sich heute von 1500 m an aufwärts, die erste ab 2000 m. Das bedeutet, dass der Föhrenwald, in den wärmeliebende Sträucher und Bäume einwanderten, kein extremer Steppenföhrenwald war, sondern noch von alpinen und subalpinen Elementen durchsetzt war (relativ lichte Bestände mit Geröll und Feuchtrasen).

7. Betrachten wir jetzt noch die lokale Wasservegetation, soweit sie aus Pollenanalysen erkannt werden konnte: Vermutlich war der Lac du Mont d'Orge in der Ältesten Dryas ein seichter Klarseetümpel über Toteis mit einer einfachen Algenflora (*Pediastrum* ist notiert), vielleicht mit *Ranunculus*, sect. *Batrachium*. Bereits vom Bölling an finden sich *Sparganium*-Pollen, die man wahrscheinlich *Sparganium angustifolium* zuweisen muss, die heute im Wallis höhergelegene Gebirgseen besiedelt. Die Häufigkeit nimmt bis ins Boreal (um 8000 BP zu. Es ist anzunehmen, dass das reichlichere Vorkommen um 7000 BP und dann das sehr reichliche Vorkommen von der Römerzeit bis zur Gegenwart *Sparganium ramosum* zuzuschreiben ist. Mindestens vom Allerödbeginn an finden sich durch das ganze Diagramm vereinzelt *Potamogeton*-Pollen. *Nymphaea* ist vom Praeboreal bis ins frühe Boreal hinein zu finden (*Nymphaea*, eventuell *N. candida*?), reichlich dann in der Römerzeit und im Mittelalter (*N. alba*).

Myriophyllum spicatum findet sich vereinzelt am Borealbeginn, reichlich dann über das ganze Atlantikum, besonders reichlich zwischen 10 m 50 cm und 9 m 15 cm. Da nach den Angaben von Baumann (1911), S. 383) vom Untersee die Art meist in Wassertiefen von 1–6 m lebt, ist es wohl möglich, dass der Wasserspiegel um 6000 BP einige Meter tiefer lag als heute (als Folge von Erosion in der Ausflussrinne).

Interessanterweise findet sich von 290 cm an aufwärts nicht *M. spicatum*, sondern *Myriophyllum verticillatum*. Nach Baumann (1911, S. 375) ist diese Art «keine eigentliche Seepflanze, sondern bewohnt nur vom Wellenschlag vollständig geschützte Buchten und bevorzugt ruhige Ufergräben, Pfützen, Wasserlöcher». Da dieses Vorkommen bis zu 170 cm heutiger Wassertiefe heraufreicht und dann plötzlich aussetzt, wiederum um jene schon mehrfach erwähnte kritische Zeit um 1500 n. Chr. herum, halten wir es für wahrscheinlich, dass um 1500 n. Chr. ein Höherstau um 1,5–2 m stattgefunden hat. Diese Vermutung wird unterstützt durch den Gang der Cyperaceen- und der Gramineenkurve. Abgesehen vom vermuteten Seichtwasser-Toteisabschnitt Ia, übersteigt das Cyperaceen-Prozent selten den Wert von 2%. Mit der Römerzeit und dem Mittelalter steigt es auf 5–25% (auf BP + NBP bezogen), um im 16. Jahrhundert wieder stark zurückzugehen und einer Gramineen-Dominanz Platz zu machen. Diese letztere bedeutet wahrscheinlich eine gewaltige Ausdehnung der Schilfbestände. Vermutlich wurde damals bei veränderter Kulturpraxis (Bewässerung der Reben-Monokulturen?) ein Höherstau durch vermehrte Wasserzufuhr geschaffen und mithin auch die Tonzufuhr so erhöht, dass jene weite Tonbodenfläche mit dem luxurierenden Schilfbestand am Ostende des Sees entstand.

8. Damit sind wir zur Darstellung der Ufervegetation übergegangen, die noch durch einige interessante weitere Befunde bereichert werden kann: Seit dem Böllingbeginn findet sich am Seeufer *Filipendula ulmaria*, mindestens seit dem Allerödbeginn *Caltha palustris*.

Iris (vermutlich *pseudacorus*) findet sich einige Male, besonders im Praeboreal und im Boreal.

Lythrum salicaria findet sich im jüngern Boreal mehrfach.

Typha latifolia taucht zum ersten Mal um 7000 BP auf und findet sich immer wieder bis zum Jahr 4000 BP, also im Atlantikum und zugleich im Bereich der neolithischen Kulturen, die durch Erhöhung des Nitratgehalts des Sees den Rohrkolben begünstigt haben dürften.

Polygonum amphibium ist fast ganz auf den historischen Kulturabschnitt beschränkt.

Diagramm 19: Montana, Etang d'y Cor, 1500 m ü.M.

Das Objekt liegt mitten im Kur- und Sportort Montana drin, etwas mehr als 4 km vom Rhonelauf entfernt. Tektonisch werden die Steilhänge der rechten Rhonetalseite als Mesozoikum eines Stirnlappens einer penninischen Decke betrachtet (ähnlich wie bei Sion). Das Plateau von Montana-Crans gehört wie die Gegend von Lac du Mont d'Orge-Savièse in den Bereich der Wurzelzone der Ultrahelvetischen und der Helvetischen Decke (hier die Wildhorndecke). Stratigraphisch handelt es sich um tonigen, sandigen und schiefrigen Dogger (Bajocien). Der Südrhang des Plateaus ist aus tektonischen Gründen und durch die Überarbeitung durch den Rhonegletscher und seine Moränenmaterialien in der Talrichtung gefurcht und terrasiert. Hier liegen bis in eine Höhe von wenig über 1200 m die alten Walliserdörfer mit Weinbergbesitz in tiefen Lagen, mit Obstbau, Kulturen (früher sicher Getreide) und Wiesen um die Dörfer, mit hochmontanen Weiden, in frühern Zeiten auf dem Plateau des heutigen Hotel-, Ferien-, Kur- und Sportortes Montana-Crans, und mit Bergweiden in subalpiner Höhenlage. Mehrfach liegen in diesen Hangfurchen Moorreste: die Mehrzahl ist kaum erkennbar und trägt Kulturen, viele sind durch Akkumulation von Hangab-schwemmung und durch Kulturmassnahmen gänzlich eingedeckt. Der obere Teil des Plateaus trägt seit Jahrhunder-

ten bis in die Gegenwart eine ganze Anzahl von künstlichen kleinen Seen (Etangs) die der Wasserspeicherung für die Bewässerung der Kulturen dienen. Die Mehrzahl von ihnen ist wohl in anmoorigen Mulden angelegt worden und stellt für vegetationsgeschichtliche Zwecke kaum mehr brauchbare Objekte dar. Von allen näher geprüften Objekten erwiesen sich jedoch zwei als wertvoll: der Etang d'y Cor bei 1500 m und ein kleines Muldenmoor, völlig ausgetrocknet, wenig westlich vom ersten und etwas tiefer gelegen, das wir nach der Lokalbezeichnung der Gegend, die uns Einheimische gaben, Montana-Xirès (1445 m) nennen (Diagramm 19).

Der Etang d'y Cor war 1938, als wir unsere Bohrung ausführten, ein noch fast intakter kleiner Mooree mitten in der aufstrebenden Siedlung drin. Spazierwege führten um ihn herum und nahmen gebührend Abstand von feuchten Stellen. Wir bohrten in der südwestlichen Moorpartie, ungefähr 8 m vom Wasserrand entfernt. Der Moortümpel eignete sich offenbar zu wenig als Wasserspeicher. Hart westlich davon ist ein grosser künstlicher Wasserspeicher, der Etang Grenon, angelegt worden. Bauschutt- und Abfallablagerung haben das schöne Naturobjekt mit seiner unglücklichen Lage in den folgenden Jahrzehnten verunstaltet. Durch eine sog. «Sanierung» ist die Schuttdeponie planiert und in Rasen- und Spielplatz umgewandelt worden. Vom ursprünglichen Moortümpel ist nur ein ganz kleiner Wasserfleck übriggeblieben, dessen Ufer Schuttmaterial bildet, das tief in das Becken eingesunken ist.

Die ursprünglichen Vegetationsstufen sind aus der heutigen Vegetation nur schwer herauszulesen. E. Schmid (1950) gliedert, etwas schematisierend, folgendermassen:

Unterste Südhänge (Steilhänge)	Flaumeichengürtel
Wohn- und Kulturbereich	Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwaldgürtel und <i>Pulsatilla</i> -Waldsteppengürtel
Obermontanbereich (1300–1800 m) und untere subalpine Stufe	Fichtengürtel
Obere Subalpinstufe	Lärchen-Arven-Gürtel
Alpine Stufe (2100–2300 m)	Zwergstrauch-Tundra-Gürtel
(über 2300 m)	und <i>Carex (curvula)</i> -Elyna-Steppengürtel

Nach unserer Auffassung der lokalen Verhältnisse ist der Bereich von 500–1300 m ursprünglich Föhrenwaldsteppe mit reichlich eingestreuten Elementen aus dem Flaumeichenbusch an tiefergelegenen, sonnigen Stellen, mit Eichenlaubmischwaldelementen in Schluchten und an einigen feuchtern Standorten bis gegen 1500 m hinauf. Das Dogger-Plateau ist wohl ursprünglich (Birken-)Tannen-Fichten-Plateau gewesen, bevor es unter den Kultureinflüssen zum fast reinen Fichtengebiet geworden ist (lokal spielt auch die Waldföhre, selten die Bergföhre, eine untergeordnete Rolle). Der Fichtengürtel der untern subalpinen Stufe nimmt vorwiegend die Steilhänge in Beschlag, die sich nicht als Weide eignen. Vom Lärchen-Arven-Gürtel sind fast allein zerstreute Lärchenbeständchen übrig. Im nur rund 3 km entfernten schluchtartigen Tal der Liène ist in mittlern Höhenlagen die Tanne den Fichtenwäldern reichlich beige-mischt. Gegen die felsigen Partien im Gebiet des Rawilpasses hinauf sind Lärchen reichlich vorhanden, viel weniger Arven (die Hauptvorkommen der Lärchen zwischen 1700 und 2000 m, selten bis 2100 m).

Das im Jahr 1938 erbohrte und 870 cm lange Profil ist heute kaum mehr zugänglich. Leider wusste man damals von der Möglichkeit der ¹⁴C-Datierung nichts, so dass die Entnahme von grösseren Probemengen unterblieb. Die erste kursorische Untersuchung wurde 1939 ausgeführt, eine gründliche Nachuntersuchung 1957 und 1968.

Das Material dieses Profils besteht in den oberen 340 cm aus Cyperaceen- und Hynaceen-Torf (in den obersten 150 cm von etwas telmatischem Charakter), von 340–590 oder 610 cm aus Kalkgyttja mit Grobdetritussspuren, von 610–772 cm aus reiner weisser Seekreide, von 772–860 cm aus toniger Seekreide mit wechselndem Tongehalt, zu unterst bis 870 cm aus blauem Seeton mit Sand und Kies.

Die Einstufung des Diagramms 19 erfolgte durch Parallelisation mit andern Diagrammen des Wallis, ist also für chronologische Probleme nicht massgebend.

Das Spätglazial ist eher knapp entwickelt und weist interessanterweise den Abschnitt Ia, die Älteste Dryas, überhaupt nicht auf. Es beginnt mit einem nicht besonders NBP-reichen Abschnitt mit viel *Hippophaë* und offenbar schon ganz lichtem Bestand von *Betula* und *Pinus*, weshalb man den untersten Abschnitt 870–845 cm nur vermutungsweise der Zone I zuordnet. Vielleicht ist die Vegetationsentwicklung am Etang d'y Cor auf 1500 m erst durch Abschmelzvorgänge des Rhone-Talgletschers im Bölling möglich geworden, vielleicht aber auch erst am Ende der Ältern Dryas, also am Beginn des Alleröd.

Zone II: Ein lichter *Pinus silvestris*-Wald hat von dieser Höhenlage Besitz ergriffen. *Artemisia* erreicht immer noch Werte um 2%.

Zone III: Viel deutlicher als am Lac du Mont d'Orge hebt sich hier in 1500 m Höhe die Jüngere Dryas ab, freilich fast nur durch *Artemisia*. Ein Vergleich verschiedener Mittelwerte der Zonen II und III ist aufschlussreich:

	<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	NBP	Gramineae	<i>Artemisia</i>
Zone III	78%	1,9%	19%	7,8%	7,6%
Zone II	84	4,6	11,6	6,4	2,0

Der Umstand, dass die NBP-Werte, speziell aber die Gramineenwerte nicht stärker differieren, lässt vermuten, dass die Wälder im Alleröd noch recht licht waren. Die relativ starke *Betula*-Abnahme und sehr starke *Artemisia*-Zunahme vom Alleröd zur Jüngern Dryas sprechen für Abnahme der Niederschläge und Zunahme der Kontinentalität im weitesten Sinne. An den wenig reduzierten *Pinus*-Werten ist wohl die grosse Pollenproduktion der Föhren schuld, die bei Auflichtung der Bestände durch reichlicheres Blühen den Individuenverlust fast wettgemacht hat.

Zone IV zeigt einen kräftigen sekundären Birkenanstieg und Einwanderung der wärmeliebenden Gehölze (2% Ulme und 4% Hasel). Die Bezeichnung «sekundärer Birkenanstieg» muss aber präzisiert werden: Angesichts der Tatsache, dass die *Betula*-Werte fast durch das ganze Boreal (nämlich bis zur Einwanderung von *Abies*) 25 bis über 35% betragen und dass die *Pinus*-Werte schon im Praeboreal sofort auf 70–40% abfallen, ist es kaum zulässig, den «sekundären Birkenanstieg» als sekundär, also als Rückfall in die frühspätglazialen Verhältnisse der Zonen Ib und Ic zu bezeichnen. In jenen ältern Abschnitten fassen wir die Birkendominanz als Erscheinung der rascheren Birkeneinwanderung und als Folge der besondern Eignung der Birke als Pionierholzart auf den glazialen Rohböden auf. Hier in Montana ist die Birke in IV und V offenbar Klimaxholzart über fast 2000 Jahre und bezeichnenderweise bis zum Moment, wo die ebenfalls frische und tonige Böden liebende Tanne einwandert. (Auch im Atlantikum tritt fast immer bei einem leichten Rückgang der Tanne die Birke stärker hervor.)

Man kann freilich die Frage auch umkehren und die Auffassung äussern, dass die spätglazialen Birkenbestände des Bölling und der Ältern Dryas Klimaxgehölze frischer Böden unter relativ kontinentalem Klima darstellen. Die relativ lange Dauer der Phasen Ib und Ic (1000–2000 Jahre?) spricht für diese Auffassung, um so mehr als mehrfach und gerade hier im kontinentalen Wallis auch die Waldföhre als Reliktholzart beträchtliche Fortschritte erzielte, ohne im allgemeinen zur Dominanz zu gelangen.

Das Postglazial lässt sich in Montana ebenfalls in drei Hauptabschnitte gliedern, die zeitlich aber nicht zusammenfallen mit jenen vom Lac du Mont d'Orge. Sie seien wie dort vorerst durch einige Mittelwerte charakterisiert (der älteste und der jüngste Abschnitt werden in je zwei Unterabschnitte gegliedert). Das knapp entwickelte Praeboreal ist weggelassen.

3. (jüngster) Abschnitt	Unterabschnitt IX + X	(2500 BP bis heute)	100– 0 cm
	Unterabschnitt VIII	(5000–2500 BP)	270–110 cm
2. (mittlerer) Abschnitt	VI + VII	(6700–5000 BP)	530–270 cm
1. (ältester) Abschnitt	Unterabschnitt V/VI	(7400–6700 BP)	610–530 cm
	Unterabschnitt V	(9000–7500 BP)	730–620 cm

Abschnitt	NBP	Art	Cer	Plan lanc	Pin	Bet	Cor	EMW	Qu.	Ul.	Ti.	Frax	Acer	Ab.	Pic.	Lar.	Fag.
IX, X	19	0,7	1,3	0,6	37	0,7	0,5	1,5	1,4	0	0,1	0,1	0	2,2	33	1,1	0,5
VIII	17	1,3	0	0,7	21	7,4	3,0	3,4	2,1	0,4	0	0,1	0,2	7,6	29	1,0	0,7
VI + VII	13	2,1	0,1	0,05	28	14	1,7	6,6	3,5	1,5	0,2	0,5	0,9	27	1,3	0,6	0,5
V/VI	9	1,7	0	0	28	13	2,0	20	12	4,6	1,8	1,0	0,9	23	0,2	0,8	0,1
V	5,2	0,9	0	0	45	29	3,5	13	6,9	3,2	2,2	0,2	0,2	0,6	0	0,7	0

Art. = *Artemisia*, Cer = *Cerealia*, Plan lanc = *Plantago lanceolata*, Pin = *Pinus*, Bet = *Betula*, Cor = *Corylus*, Qu. = *Quercus*, Ul. = *Ulmus*, Ti. = *Tilia*, Frax = *Fraxinus*, Acer, Pic = *Picea*, Lar. = *Larix*, Fag. = *Fagus*.

Der erste (älteste) Abschnitt stellt einen Eichenmischwald-Abschnitt innerhalb einer Föhren-Birken-Matrix dar. Sein älterer Unterabschnitt, der fast das ganze Boreal umfasst, zeigt noch absolute Föhren- und Birkendominanz. Der jüngere Unterabschnitt ist durch kräftige Tannenbeimischung und die höchsten Eichenwerte des Postglazials ausgezeichnet. Wir können ihn als Übergangsphase zum Atlantikum auffassen, ebensogut aber auch als ersten Abschnitt des Atlantikums. Ulmen-, Eschen- und Ahornwerte verzeichnen kräftige Zunahme und lassen zusammen mit der Tannen- ausbreitung ein etwas feuchteres Klima vermuten.

Der Umstand, dass die kräftige Ausbreitung der Tanne zusammenfällt mit einer Zunahme von Eiche, Ulme, Esche und Ahorn, die z.T. Standortskonkurrenten sein könnten, spricht für eine rein klimatische Förderung, nicht für Einwanderung der Tanne. Sie ist tatsächlich in signifikanten Spuren schon ums Jahr 8000 BP (640 cm) im Gebiet vorhanden. Es sieht also so aus, wie wenn die EMW-Zeit bis um 7800 BP stark kontinental getönt geblieben wäre, nicht viel anders als im Praeboreal, wo sich die *Pinus-Betula*-Matrix sofort nach Ende der Jüngern Dryas aufbaute. Es ist auffällig, welche untergeordnete Rolle in diesem Gebiet *Corylus* spielte: sie erreichte bei 710 cm ihren postglazialen Höchstwert von 6,6% (während sie doch am Lac du Mont d'Orge noch 18% erreichte).

Nicht ganz leicht zu verstehen ist bei Betrachtung der beiden Unterabschnitte die recht beträchtliche Zunahme der NBP, speziell auch von *Artemisia* im zweiten und feuchtern Unterabschnitt. Es hält schwer, bereits zu diesem Zeitpunkt menschliche Einflüsse anzunehmen, obwohl sie im folgenden Abschnitt vorhanden sind.

Der zweite (mittlere) Abschnitt umfasst das ganze Atlantikum und dauert fast 2000 Jahre. Wir möchten ihn als Föhren-Birken-Tannenwald-Abschnitt bezeichnen. Die in den ältern Teilen noch ordentlich vorhandenen Eichen-, Ahorn-, Eschen- und Ulmenanteile wurden in den jüngern Abschnitten, die dem Neolithikum angehören, fast völlig vernichtet. Die NBP stiegen zwar deutlich an auf 13%, sprechen aber nur für eine mässige Waldzerstörung in dieser

Höhenlage. Für einzelne nachhaltigere Rodungseingriffe sprechen die Birken- und Erlengipfel, die nach oben häufiger werden und meist mit gleichzeitigen oder vorangehenden NBP-Maxima zusammenfallen. Erhöhte *Artemisia*-Werte, niedrige Cerealia- und *Plantago lanceolata*-Werte sind vielleicht eher als Fernflug denn als Ausdruck örtlicher Kulturen zu deuten.

Bereits vom Jahr 6000 BP an erscheinen in Montana die ersten *Picea*-Spuren in zusammenhängender Kurve. In diesem obern Abschnitt nehmen auch die sehr geringen *Larix*-Pollenprozentage deutlich zu.

Der dritte (jüngste) Abschnitt ist in Montana als Föhren-Fichtenwald-Abschnitt zu bezeichnen und umfasst die Zonen VIII, IX und X. Die Föhre erreicht im ältern Unterabschnitt, im Subboreal, die geringsten Pollenwerte des ganzen Postglazials, im Mittel 21%, vereinzelt wenig mehr als die Hälfte. Die Ursache ist wohl eine doppelte: die kräftige Ausbreitung von *Picea* auf fast 50% um 4300 BP ist wohl als Folge der Kontinentalisierung des Klimas zu werten, die die Konkurrenzkraft der Fichte gegenüber derjenigen der Tanne in dieser Höhenlage förderte (die Tanne geht von 27% im Atlantikum auf 8% im Subboreal zurück). Andererseits setzt der Eingriff des neolithischen und bronzezeitlichen Menschen recht kräftig ein. Die Erhöhung der NBP von 13 auf 17%, von *Plantago lanceolata* von 0,05 auf 0,7% bei kaum nachweisbaren Cerealia-Pollen spricht wohl für Weidewirtschaft in dieser Höhenlage. Der starke Rückgang der Ulmen-, Eschen- und Ahorn-Werte könnte als Folge einer Laubgewinnung gedeutet werden, während die deutliche Zunahme der *Juniperus*- und Haselwerte auf starke Lichtung der Waldbestände deutet. Die Vernichtung der Hochwaldbestände erreicht in der späten Bronzezeit und in der frühen Eisenzeit einen Höhepunkt, wo sogar die Fichte Werte unter 10% einnimmt und der NBP-Wert auf 27% steigt. Prompt steigen die Ericaceen auf 1–3% an (meist *Vaccinium*, seltener noch *Calluna*) und zeigen die Versauerung der reifenden, aber auch der misshandelten Böden an. Die Tanne sinkt auf Werte um 2% ab und erholt sich gegen Ende des Subboreals nur schwach, so dass man sich fragen kann, ob sie auf dem Plateau von Montana überhaupt noch wuchs, ob der geringe Prozentsatz nicht von reliktschen Tannen an Schlucht- und Steilhängen stammt. Auch der starke *Pinus*-Anstieg am Beginn des Subatlantiks spricht nicht für eine erfreuliche Regeneration der Waldverhältnisse, sondern für anspruchslose Ersatzbestände an kaum genutzten oder verrutschten Stellen am nahen Steilhang.

Jedenfalls setzt mit der Römerzeit innerhalb des jüngsten subatlantischen Unterabschnittes bis weit in das Mittelalter hinein eine neuerliche Waldlichtung und -schädigung ein, die selbst die Föhre bedrängt und vereinzelt NBP-Werte von 34 und 43% schafft. Zahlreich und z.T. reichlich sind die Kulturzeiger: Cerealia (*Secale*) bis 4,3%, *Plantago lanceolata* bis 2,3%, einzeln Juglans bis 3,6% *Centaurea cyanus* und *Vitis*. Unter den Krautpollen sind viele Rosaceen und *Centaurea jacea* neben 10–20% Gramineen, also Zeiger für wohlentwickelte Rasen.

Erst der jüngste Abschnitt, der der Neuzeit entsprechen dürfte, zeigt eine Waldregeneration auf einen Fichtenforstentyp (*Picea* 60%) mit bis 20% *Pinus*, deren Pollen Spezialstandorten, z.T. dem Ferntransport entstammt. Da hinein ist der modernste Nutzer der Vegetation eingedrungen, der Erholungsuchende, der Feriengast, der Sporttreibende, in Hunderten von komfortablen Betonwohnblöcken mit naturfremden Gartenanlagen.

Fügen wir an die Darstellung der Hauptvegetationstypen einige florensgeschichtliche und moorgesichtliche Ergebnisse:

1. *Viburnum* (cf. *lantana*) ist seit der Einwanderung der ersten EMW-Elemente im Praeboreal bis zum Moment der starken Vernichtung des EMW um 6000 BP immer wieder zu finden, später nicht mehr.

2. Mehrere *Lonicera* (cf. *xylosteum*)-Funde belegen den ältern Teil des mittlern Abschnittes im Bereich des reichlichen Tannenvorkommens.

3. *Selaginella selaginoides* tritt wohl als Lichtungs- und Vermagerungszeiger im Abschnitt Römerzeit-Mittelalter reichlich auf, sonst sehr selten.

4. Das Gewässer des Etang d'y Cor ist bis zur Tiefe von 350 cm hinauf nicht nur durch die Seekreide als Gewässer mit hohem Kalkgehalt charakterisiert, sondern auch durch die Wasser- und Ufervegetation: Aus der Zeit des ersten spätglazialen Sees sind *Chara* und *Pediastrum* als Wasserpflanzen, *Caltha* als Uferbesiedler erfasst.

Mit beginnender Wärmezeit stellte sich *Myriophyllum* im See und *Iris pseudacorus* im Magnocaricetum des Ufers ein. Für hohen Kalkgehalt und gutes Wärmeklima sprechen die mehrfachen *Cladium mariscus*-Funde am Beginn des Atlantikums, für seine reichlichen Niederschläge *Potamogeton*, *Nymphaea*, *Myriophyllum verticillatum* und *Sparganium*.

In der Tiefe 350 cm (um 5600 BP) geriet die Bohrstelle in den Verlandungsgürtel (Torfbildung und Cyperaceenpollen). Im Subboreal dürfte die Umgebung des Sees verstraucht gewesen sein, was viele Holzfunde bezeugen (Bruchwald-Ufergebüsch mit *Humulus*?).

Die reichlichen *Nymphaea*-Pollenfunde in den jüngern Kulturabschnitten könnten sehr wohl Zeugen sein für einen Höherstau des Gewässers.

5. *Larix* tritt in einzelnen Pollen zusammenhängend durch das ganze Postglazial auf. Die ersten Spuren setzen am Ende des Praeboreals (um 9000 BP) ein und sind stets mit 1–2% vertreten, relativ stärker (2–3%) in der Eisen- und Römerzeit (vielleicht aber nur als Folge der teilweisen Vernichtung ortseigener Waldbestände).

6. *Fagus*-Pollen erscheinen wenig später als die starke Tannenausbreitung. Einzelbäume dürften sich in nahen Schluchtlagen aber erst um 7000 BP angesiedelt haben.

7. *Acer* hat in Montana zwischen 7000 und 6500 BP seine Hauptverbreitung besessen (2–3%). Dass er um 6500 BP plötzlich stark zurückgeht, könnte im Zusammenhang mit dem nachfolgenden Birkenanstieg als kulturbedingt gedeutet werden (wenn man über die Kulturen jener Zeit Näheres wüsste).

8. Dass *Artemisia* während des ganzen Postglazials gerade im Atlantikum am stärksten vertreten ist, ist ohne die Annahme der indirekten Kulturbeflussung schwer verständlich.

9. *Ephedra*: Es fällt auf, dass im ganzen Spätglazial nur ein einziges Pollenkorn gefunden wurde. Ob diese Erscheinung Folge des späten Eisfreiwerdens der Lokalität ist?

Diagramm 20: Montana-Xirès, 1445 m ü.M.

Auch dieses Objekt liegt ganz im Ortsbezirk von Montana drin, unterhalb der Strasse Montana-Crans. Der Bohrpunkt liegt in einer langgestreckten Mulde, unterhalb des Restaurants Alpina und des Hotels Excelsior. Ein erstes Diagramm wurde bereits 1938 erstellt, das Diagramm 20 auf Grund einer Bohrung vom September 1956.

Das Profil zeigt folgenden Aufbau:

0	-200	cm	Stark zersetzter braunschwarzer Falchmoortorf, mehrfach mit tonigen Einschwemmungen, so bei 186-192 cm
200	-313	cm	Schwarzbrauner, schwach zersetzter Flachmoortorf
313	-320	cm	Kalkgyttja, dunkel
320	-344	cm	Seekreide, hell
344	-400	cm	Tonige Seekreide, nach unten reiner (Schnecken, Pisidien)
400	-443	cm	Fast reine Seekreide
443	-472,5	cm	blauer Seeton, von 462 cm an abwärts einige kleine Steinchen im Ton
472,5	-480	cm	Zäher Kieswiderstand

Aus 314 cm Tiefe stammt eine alte ^{14}C -Datierung B-77 7870 ± 240 (Bern Radiocarbon Dates I, 1959), die wegen ungünstigen Wachstumsverhältnissen nur allgemein orientierenden Charakter hatte.

Der boreale Abschnitt des Postglazials ist in dem kleinen, austrocknungsanfälligen Moor von Montana-Xirès sehr langsam gewachsen, vielleicht auch zeitweise im Wachstum stillgestanden, während im tiefern Seebecken von Montana-Etang d'y Cor die Seekreidebildung weiterging. Das Praeboreal hingegen entspricht ganz den Ergebnissen im Etang d'y Cor.

Das Diagramm 18 hat seine besondere Bedeutung durch den spätglazialen Abschnitt: einerseits ist er ausführlicher als im ersten Objekt, andererseits bestätigt er die dort festgehaltenen Beobachtungen.

Zone III, Jüngere Dryas: Sie stellt lichten Waldföhrenwald mit relativ hohem *Artemisia*-Gehalt dar bei minimalen *Betula*-Prozenten.

Zone II, Alleröd ist durch dichtern Waldföhrenwald mit nur geringem NBP-Prozent und erhöhten *Betula*-Werten ausgezeichnet.

Zone I: Die Unsicherheit der Gliederung dieses untersten Abschnittes, der wir schon im Diagramm 17 begegnet waren, tritt hier bezeichnenderweise nochmals auf. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in 472,5 cm Tiefe gerade noch der Beginn von Bölling erwischt worden ist, worauf um 457-445 cm irgendwo die Ältere Dryas einzusetzen wäre. Falls man dem Gegenargument zu hoher *Pinus*-Vertretung Gewicht beimisst, müsste man den untersten und tonreichen Abschnitt als Ende der Ältern Dryas, evtl. Beginn des Alleröds auffassen. Beide Auffassungsvarianten sprechen für ein relativ spätes Zurückweichen der Talvergletscherung, um so mehr als wir uns in Montana noch 1000 m über dem heutigen Talboden befinden. Die völlige Übereinstimmung dieses Ergebnisses in beiden Diagrammen erhöht die Wahrscheinlichkeit der Schlussfolgerung.

4.7 Untersuchungsergebnisse aus dem Mittelwallis, südliche Rhonetalseite

Der südlich der Rhone gelegene Teil des Mittelwallis und des untern Oberwallis liegt ganz im Gebiet der Stirnpartien der penninischen Decken. Die dem Rhonetal nahen Teile werden meist aus metamorphen mesozoischen Gesteinen gebildet. An sie schliesst nach Süden der kristalline Kern der Monte-Rosa-Bernhard-Decke an. Die triasischen und die schieferigen Gesteine begünstigen vielfach die Muldenbildung und die Abdichtung bestehender Mulden, wogegen die Niederschlagsarmut (s. S. 66) der See- und Moorbildung nicht förderlich ist. In höhern Lagen begünstigen mehrfach Moränen die Moorbildung. Parallel zu einigen jüngern Talsiedlungen liegen die alten Siedlungen vielfach auf den Schulterterrassen. Höher als anderswo reichte und reicht z.T. noch heute die menschliche Kulturtätigkeit (Weinrebe bis 1200 m hinauf).

Unsere Untersuchungen erstrecken sich auf drei Objekte: Zeneggen-Hellelen Grächen und Mont Carré. Ein viertes Objekt hat V. Markgraf (1969) ausführlich bearbeitet: Böhnigsee ob Visp und Zeneggen-Törbel.

Diagramm 21: Zeneggen-Hellelen, 1510 m ü.M. (Profil A)

Das kleine Moor ist vom Weiler Alt-Zeneggen aus gut erreichbar. Die Lokalität heisst Mittlere Hellelen. Die tiefste Partie, an deren Ostrand gebohrt wurde, weist Gross-Seggenhorste (*Carex elata*) auf, während nach Osten der ansteigende Moorboden in mageres Weideland umgewandelt ist. Dadurch, dass das Moor in einer tiefen Mulde liegt, ist es

vor Trockenlegung bewahrt geblieben. Das Objekt liegt im Grenzgebiet zwischen Ackerkultur (Getreide) und Weidewirtschaft (auch Graswirtschaft). Auch in bezug auf die Vegetationsgürtel liegt es in einem Übergangsbereich zwischen hochmontanen Föhren-Tannen-Fichten-Wäldern und subalpinen Fichten-Lärchen-Arven-Wäldern. Das Vegetationsprofil vom Rhonetalboden bei 650 m bis hinauf auf die Moosalp (mit dem Böhnigsee) bei 2100 m gibt V. Markgraf (1969, S. 5) anschaulich wieder. Der Getreidebau geht aus arbeitsökonomischen Gründen heute stark zurück: verlassene Äcker mit Unkrautfluren und verbuschte Felsensteppe greifen oft ineinander über. Hochsteigende xerische Elemente treffen mit herabsteigenden alpinen Elementen zusammen. (So bastardieren *Pulsatilla montana* und *Pulsatilla vernalis* in der Oberrheinebene zu farbenprächtigen Zwischenformen.)

Das ausserordentlich schöne und gleichmässig gewachsene Profil erreichte eine Tiefe von 840 cm (Bohrung April 1964, Hillerbohrer). Es darf als Standardprofil für die Schulterterrasse Zeneggen-Bürchen bezeichnet werden. Dementsprechend wurde es auch an sieben Stellen ¹⁴C-datiert:

in 113 cm Tiefe	B-637	1200 ± 100 BP
210 cm Tiefe	B-724	1775 ± 100 BP
270 cm Tiefe	B-638	2320 ± 100 BP
438 cm Tiefe	B-639	3120 ± 120 BP
480 cm Tiefe	B-640	3920 ± 100 BP
562 cm Tiefe	B-723	5970 ± 120 BP
622 cm Tiefe	B-641	8160 ± 130 BP

Das Profil zeigt folgenden Aufbau:

0–120 cm	Flachmoortorf, oben stark zersetzt
120–180 cm	Übergang Torf/Grobdetritusgyttja
180–185 cm	Tonige Einschwemmung
185–250 cm	Cyperaceentorf
250–435 cm	Hypnaceentorf mit vereinzelt Hölzern (<i>Abies?</i>)
435–647 cm	Grobdetritusgyttja, ab 565 cm abwärts zunehmend dy-artig
647–654 cm	Tongyttja
654–742 cm	Feinsandige Tongyttja
742–758 cm	Graubraune, bis 766 cm braungraue, bis 780 cm graue Tongyttja
780–840 cm	Schmierige Tongyttja: Seeton

Die Mulde dürfte nach dem Eisrückzug einen Toteisklotz getragen haben, der vielleicht erst am Ende der Jüngern Dryas vollständig verschwunden ist. Danach füllte die Mulde bis in die Bronzezeit hinein ein krautreicher Tümpel (*Potamogeton*, *Sparganium*), umsäumt mit *Phragmites* und *Typha latifolia*. Nach der Verlandung blieb das Objekt bis ins Mittelalter hinein eine sehr nasse Sumpffläche und ist erst in den letzten Jahrhunderten betretbar geworden.

Wir wissen wenig über das Abschmelzen des würmzeitlichen Talgletschers, der sich hier aus dem Rhonegletscher und den Gletschern aus dem Saaser- und dem Zermattental zusammensetzte. Sicher ist nur, dass die Gletscheroberfläche zur Zeit des letzten Hochstandes der Würmeiszeit höher lag als die Moosalp (2100 m). Nach der Karte der Gletscherstände auf Grund der Schneegrenzdepressionen von P. Beck (1926) lag die Lokalität gerade noch im Bereich von Lokalgletschern mit einer Schneegrenzdepression von 600 m (nach alter Auffassung also im Gschnitzbereich), während der Talgletscher des Haupttales bis Martigny reichte.

In dieser Situation, eventuell auch kurz vorher oder nachher, setzt unser Diagramm ein:

Zone I, Älteste Dryas, Bölling und Ältere Dryas: Dieser erste noch stark tonige Abschnitt zeigt recht eigenartige Verhältnisse, wie sie sich bis jetzt an allen Walliser-Profilen gezeigt haben, die soweit zurückreichen. Der Grund liegt vermutlich in der starken Vergletscherung des Wallis, die erst spät verschwunden ist.

Der Abschnitt 840–760 cm weist zwei NBP-*Artemisia-Ephedra*-Schwerpunkte auf (840–830 und 770–765 cm). Wir betrachten den ersten als Ende der Ältesten Dryas (bzw. Beginn des Bölling), den zweiten als Ältere Dryas. Dazwischen liegt das Bölling mit reichlichen Sträuchern von *Juniperus* und *Hippophaë*, von Birken und Kiefern (fast ausschliesslich *Pinus silvestris*-Typ). Das Baumpollenprozent von 75–80% spricht für lichte Gehölzbestände. Der *Pinus silvestris*-Gipfel dürfte Fernflugpollen darstellen. Der Umstand, dass das unterste Spektrum mit den höchsten *Juniperus*-Werten erscheint, scheint anzudeuten, dass das Diagramm erst in der Übergangsphase von der Ältesten Dryas zum Bölling beginnt und dass die Stratigraphie mehr die lokale Entwicklung der Sedimentation wiedergibt als die klimatischen Wechsel.

Da bei der Bohrung der Steinwiderstand (Moräne?) nicht ganz erreicht wurde, führten wir 1968 eine weitere Bohrung durch (s. Diagramm 22), die besonders den spätglazialen Verhältnissen und einer Datierung gewidmet war.

Zone II: Das Alleröd hebt sich durch hohes Baumpollenprozent (*Pinus*), geringe *Betula*- und Strauch-Beteiligung, kleine *Artemisia*-Werte und durch das Auftreten anspruchsvollerer Arten (*Centaurea jacea* und *C. scabiosa*) und durch die ersten *Juniperus*- und *Pinus*-Spaltöffnungen klar aus der spätglazialen Entwicklung heraus.

Zone III: Die Jüngere Dryas ist scharf gekennzeichnet durch reichlichen Ton, eine reiche *Artemisia*-Krautflur, einige *Ephedra*-Werte und minimales Vorkommen von *Betula* und Sträuchern. Der Gehölzpollen besteht zur Hauptsache aus *Pinus silvestris*-Fernflug und wenig *Pinus cembra* (wohl am Bohrort). Der Umstand, dass am Ende der Jüngern Dryas, am Übergang zur Aufwärmung im Praeboreal eine Strauchphase mit *Juniperus* und *Hippophaë* gebildet wird, spricht dafür, dass die Gehölzflur der Jüngern Dryas in dieser Höhe äusserst locker, wenn überhaupt vorhanden war.

Zone IV: Das Praeboreal, die Vorwärmezeit, wurde in engen Abständen untersucht, um die Frage eines praeborealen Klimarückschlages zu prüfen. Freilich ergab die nachträgliche Datierung, dass damit auch nur eine Stichprobe alle ca. 130 Jahre berücksichtigt wurde (8 Proben in 2,5 cm Abstand über ca. 1000 Jahre). Das bedeutet, dass ein Klimarückschlag von nur 130 Jahren Dauer im Mittel nur in der Hälfte der Fälle gefunden werden kann, ein solcher von 260 Jahren Dauer aber sicher erfasst werden müsste. Nimmt man hinzu, dass jede Probe mindestens 1 cm Profilhöhe umfasst (was alle Ergebnisse nivelliert) und dass eine wissenschaftlich begründete Aussage über einen Klimarückschlag durch mindestens 2–3 Spektren belegt sein sollte, folgt, dass unsere 2,5-cm-Abstände nur Klimarückschläge von 300–400 Jahren Dauer zuverlässig nachweisen lassen. Bei kürzerer Dauer sollten signifikante Indizien erscheinen, wenn der Rückschlag 150–200 Jahre dauerte. Der Nachweis eines Klimarückschlages in einem bestimmten Diagramm hängt aber noch von einer ganzen Reihe anderer Faktoren ab: ob der Rückschlag stark genug war, die Vegetation pollenanalytisch nachweisbar zu verändern, ob unser Diagramm im genügend empfindlichen Höhenbereich dieser Veränderungen liegt, ob wir die Diagrammvariationen richtig deuten.

Unsere Ergebnisse in Hellelen (1510 m) heissen: Hier lässt sich im Praeboreal für die Höhenlage um 1500 m keine sich über mindestens 200–300 Jahre erstreckende Klimaverschlechterung nachweisen.

Im Gegenteil: die Strauchphase bildet sich rasch zurück. In die lichten Birkenbestände von kaum veränderter Dichte, wie sie sich im Praeboreal von Anfang an gebildet hatten, wandern an trockeneren Standorten der Umgebung die Waldföhren ein, dazu wenige Ulmen und Eichen, als besonders interessantes Element aber *Larix*.

Larix ist auf Hellelen im Spätglazial nur in Spuren nachweisbar (Diagramm 22), vom allerersten Beginn des Praeboreals an aber durch einzelne Pollen und durch Spaltöffnungen. Es ist kaum anders möglich, als dass *Larix* in Einzel-exemplaren bereits im Spätglazial ins Wallis eingewandert war, sind ihre Spuren doch auch im gleich hoch gelegenen Montana-Xirès (Diagramm 20) nachgewiesen worden.

Das rasche und kräftige Aufkommen von *Larix* in Mischung mit lichten Birkenbeständen, die Besiedlung feuchterer und nährstoffreicher Standorte mit *Alnus* (wohl nur *A. incana*) und mit *Ulmus* (wohl nur *U. scabra*), die spärlich eingestreuten Haselsträucher und die kräftig in diese Höhenlage heraufrückenden Waldföhrenbestände des kontinentalen Mittelwallis kennzeichnen den sich ausbildenden hochmontan-subalpinen Vegetationsgürtel auf dem Plateau Zenggen–Hellelen–Bürchen. (*Pinus silvestris*-Spalten reichlich, vereinzelt schon im Alleröd.) Es bleibt aber eine unbeantwortete Frage, ob diese Verhältnisse einen angesichts der notwendigen Bodenbildung «normalen» Besiedlungsvorgang oder einen unter der starken Aufwärmung eher beschleunigten Vorgang oder umgekehrt einen gehemmten und durch *Larix* ausgezeichnet charakterisierten Besiedlungsstillstand darstellen.

Zone V: Im Boreal fällt die geringe Menge von maximal 5% *Corylus* und 10% EMW auf. Dass sich dabei *Quercus* und *Tilia* gleich stark beteiligen wie die Ulme, ist auffällig (meist *Tilia cordata*). Beide dürften den Waldföhren-Birken-Bestand der Hellelen nur spärlich durchsetzt haben. Die wohl etwas feuchtere Klimaphase des Atlantikums kündigt sich an durch recht gute Entwicklung von *Alnus (incana)*-Beständen und durch Spuren und Einwanderung von *Abies*.

Zone VI und VII: Das Atlantikum ist die letzte durch den Menschen scheinbar noch kaum veränderte Vegetationsphase: *Pinus silvestris*-Wald mit reichlichen *Larix*- und *Quercus*-Anteilen, auf Sonderstandorten *Alnus* und ordentlich viel *Abies alba*. Eindringen von *Picea abies*. Fernflugspuren von *Fagus silvatica*.

Zone VIII: Im Subboreal hört der über vier bis fünf Jahrtausende hinweg auffällig ruhige Gang des Pollenniederschlags und der Vegetationsgeschichte plötzlich auf. Drei kräftige NBP-Anstiege sprechen für den Einbruch des Menschen in die Wälder im Neolithikum, in der Bronzezeit und in der jüngern Eisenzeit. Ihre Wirkungen auf den Wald seien kurz beschrieben: Der spät-neolithische Einbruch (um 480 cm) liess zwar die Krautpollen stark zunehmen, nicht aber die Gramineenpollen. Stark geschädigt wurden die Lärchenbestände, ziemlich stark auch die Waldföhrenbestände, deutlich aber auch die spärlichen *Abies*-Bestände. Sozusagen unverändert zeigen sich Erlen- und Birkenbestände. *Picea* nahm schwach zu. Ein kräftiges *Plantago lanceolata*-Maximum ist noch kaum von eigentlichen Kulturpollen begleitet. Wir möchten daraus auf eher extensive Nutzung, evtl. Waldweide schliessen.

Die nachfolgende Regenerationsphase gab Fichte, Waldföhre, Arve und Lärche kräftige Entwicklungsmöglichkeiten, wobei anscheinend die anfänglich sich rascher entwickelnde Fichte (auf den leicht degradierten Böden) von der langsamer sich regenerierenden Waldföhre wieder gänzlich überrundet wurde.

Wenig nach dem Jahr 3600 BP setzte die offenbar stärkste Föhrenrodung des Postglazials ein (Minimum des Föhrenprozents zwischen 3100 und 2900 BP), die zusammenfällt mit der stärksten Lärchenvernichtung des Postglazials. Auch Fichte und Tanne gehen zurück; die Arve verschwindet fast ganz aus dem Pollenniederschlag. Eine intensive Verstrauchung durch *Alnus* (bis 21%, interessanterweise 2–4% der Gesamtpollensumme *A. viridis* und rund 15% *A. incana*) und durch *Juniperus* (bis 17%, wovon ein wesentlicher Teil vermutlich *J. sabina*, der Rest *J. communis*), durch *Corylus* (bis 3%) und durch *Betula* spricht für intensive und ungeordnete Waldzerstörung. Für ausgedehnte Kulturen sprechen hohe Werte von Cerealia, dazu hohe Kultursteppenzeigerwerte von *Plantago lanceolata*, *Artemisia*, *Rumex*, Chenopodiaceen, *Urtica*. Die 20–25% erreichenden NBP-Werte enthalten in dieser Rodungsphase rund die Hälfte Gramineenpollen und sprechen vielleicht schon für eine gewisse Weidewirtschaft.

In der Regenerationsphase um ca. 2900–2600 BP (um 350 cm erreichte die Waldföhre wieder 50%, die Lärche 8% des Pollenniederschlags, stieg aber das Fichtenprozent auf 25%, während Birke und Sträucher fast ganz verschwanden. Das NBP-Prozent ging jedoch nicht unter 10–12% zurück, während es in der störungsarmen Zeit vor 5000 BP 4–8% betragen hatte.

Um 2500–2200 BP (280 cm) stellen wir das Rodungsmaximum der jüngern Eisenzeit fest: 25% NBP, vorwiegend Wiesenzeiger, wenig Getreide, Rückgang der Waldföhre, der Lärche und der Fichte, Verstrauchung durch *Alnus*, weniger durch *Juniperus*. Die Regenerationsphase, die um ca. 2200 BP einsetzen mag, fällt mit der sog. subatlantischen Klimaverschlechterung zusammen.

Zone IX: Am Beginn des Subatlantikums bildet sich zwar die Verstrauchung der jüngern Eisenzeit zurück, erreichen aber weder die Lärche (3%) noch die Waldföhre (rund 35%) merklich höhere Werte als in der eisenzeitlichen Kulturphase. Dagegen erreicht *Picea* den höchsten postglazialen Gesamt-Pollenanteil von 30%. Es ist unwahrscheinlich, dass man dieses Maximum im Sinne von V. Markgraf (1972) als Ausdruck der maximalen Begünstigung der Fichte durch Bodendegradation als Folge menschlicher Kulturmassnahmen allein auffassen muss. Wir halten die klimatische Förderung der Fichte an dieser Stelle für gesichert, da doch bei gleichbleibendem NBP-Prozent die Fichte in den Jahrhunderten nach Christi Geburt stark abnimmt (10–15%), die Waldföhre dagegen zwischen 1400 und 1300 BP wieder Werte um 50–60% erreicht.

Die Römerzeit scheint die Hellelen-Gegend wenig beeinflusst zu haben. Die Gegend mag für Intensivkulturen zu hoch gelegen haben und zu wenig abträglich gewesen sein, für Weidewirtschaft zu tief und evtl. bodennass und mager, evtl. auch nur zu abgelegen und zu geringflächig.

Zone X: Der Haupteinbruch in die Wälder erfolgte im Jüngern Subatlantikum kurz vor der Jahrtausendwende im frühen Mittelalter. Die NBP-Werte stiegen auf 35–50%, zeugen anfänglich für verbreitete Rasengesellschaften, dann nach dem Jahr 1000 BP bis 600 oder 400 BP für reiche Ackerkulturen (*Cerealia* vom Roggentyp bis 16%, *Cannabis* bis 3%) mit typischen Unkrautarten wie *Centaurea cyanus*, *Polygonum convolvulus*, *Scleranthus*. In der Neuzeit (wohl um 1500–1700 n. Chr.) nimmt vorerst die Intensität der Kulturen ab und erobern sich Waldföhre und Fichte einen Teil ihrer frühern Bedeutung zurück, worauf dann in jüngster Zeit bis zur Gegenwart der Zustand intensiver Gras- und Weidewirtschaft mit geringer Getreide-(und Kartoffel-)Kultur erreicht wird, wie wir ihn heute sehen.

Das Standardprofil von Zeneggen-Hellelen ist auf Grund von nur sieben ¹⁴C-Daten und Interpolationen über das ganze Postglazial von 10000 Jahren Dauer anhand von 64 Pollenanalysen beschrieben worden. Sie haben einen durchschnittlichen zeitlichen Abstand von 100–200 Jahren. Es ist uns bewusst, dass weder die Zahl der ¹⁴C-Datierungen noch diejenige der Pollenanalysen noch auch die qualitative Auswertung der Nichtbaumpollen noch auch die Material- und Makroanalysen der Qualität und dem Seltenheitswert des vorliegenden Moorobjekts Genüge tun. Es enthält noch sehr viel mehr Informationen, denen gegenüber unser Diagramm 21 nur einen ersten Überblick darstellt. Es ist nur zu wünschen, dass es spätern Jahrzehnten unverändert erhalten bleibt. – Der kritische Leser möge den scheinbar wild wechselnden Maßstab der Tiefe entschuldigen: er war nach den ¹⁴C-Daten konventioneller Angabe vorerst einmal zeitrichtig gewählt worden, erfuhr dann aber durch die Jahrringkorrekturen des Zeitmaßstabes eine gewisse Deformation und ist heute wieder auf schlichte (unkorrigierte) ¹⁴C-Werte datiert.

Diagramm 22: Zeneggen-Hellelen, 1510 m ü.M. (Profil B)

Verschiedener Unklarheiten im Spätglazial wegen wurde hart östlich der *Carex elata*-Horstzone eine weitere Bohrung ausgeführt (Juni 1968). (Abstand vom westlichen Rand der *Carex*-Horste 57 m, Abstand von der östlichen Böschung bei Fichtengruppe 66 m, Abstand von der nördlichen Böschung 24 m, vom Abzugsgraben 10,5 m, Abstand von der südlichen Böschung 26 m.) Die Bohrung erreichte in 6 m Tiefe den skelettreichen Untergrund (Moräne?). Das Profil zeigt folgenden Aufbau:

0–140 cm	Flachmoortorf, im obern Teil schwarze Mooreerde
140–335 cm	Brauner Moostorf, gelegentlich mit Holzspuren
335–413 cm	Kalkgyttja mit Gyttjabändern, nach unten kalkarm
413–460 cm	Dunkelbrauner Dy
460–485 cm	Graue Tongyttja
485–500 cm	Blaugrauer Seeton (485 und 495 cm kleine Steinchen)
500–515 cm	Grauer Ton
515–526 cm	Braune Tongyttja
526–536 cm	Braungraue Tongyttja
536–548 cm	Blaugrauer Ton
548–558 cm	Graue Tongyttja
558–600 cm	Schmieriger blaugrauer Seeton; 600 cm Steinwiderstand

Durch einige Ergänzungsbohrungen in nächster Nähe des Bohrloches wurde Material für ¹⁴C-Datierungen beschafft. Sie ergaben (Radiocarbon 1970):

B-916 Hellelen 445 cm	8780 ± 120 BP	(Praeboreal)
B-917 Hellelen 455 cm	9430 ± 120 BP	(Praeboreal)
B-918 Hellelen 521 cm	12310 ± 150 BP	(Alleröd)

(Die gesamte Bohrtiefe ist in Radiocarbon 1970, S. 373, mit «840 cm», falsch angegeben; sie muss durch «600 cm» ersetzt werden.)

Dieses schöne Spätglazialprofil ist im Gegensatz zu Diagramm 21 in linearem und unveränderlichem Tiefenmaßstab dargestellt. Besser als dort fällt die geringe Mächtigkeit der Sedimente der wärmern Klimaabschnitte auf. Das rund tausend Jahre dauernde Alleröd erreicht nur ca. 15 cm Sedimenttiefe (1,5 cm/100 Jahre). Von der gleichen Grössenordnung ist die Sedimentationsrate im Praeboreal (vielleicht nur 1 cm/100 Jahre). Dagegen erreicht die Jüngere Dryas (zu 800 Jahren gerechnet) eine Sedimentationsrate von 6–7 cm/100 Jahre. Im Diagramm A, Nr. 21, sind die entsprechenden Zahlen: Alleröd 1,5 cm/100 Jahre, Jüngere Dryas 11 cm/100 Jahre, Praeboreal 1,7 cm/100 Jahre. Diese Verhältnisse sind bei der Diskussion der Ergebnisse aus klimatischen Grenzlagen in Betracht zu ziehen: die organische Sedimentation ist in den Warmphasen ausserordentlich gering; das Diagramm wird von den Kaltphasen beherrscht.

In Berücksichtigung dieser offensichtlichen Randlage der Lokalität Hellelen glauben wir, das Spätglazial auf Hellelen folgendermassen auffassen zu müssen: Verschwinden des Talgletschers in 1510 m Höhe in der Aufwärmphase des Bölling, also um ca. 13000 BP (evtl. auch schon um 13500 BP). Entsprechend der schon einige hundert Jahre vorher einsetzenden ersten Aufwärmung hatten sich über dem Gletscher *Artemisia*-Pionierrasen mit zahlreichen *Juniperus*-Sträuchern ausgebreitet, die sofort vom freigegebenen Boden Besitz ergriffen. Vereinzelt waren aber auch schon einzelne Birken und ganz wenige *Hippophaë*-Sträuchlein eingezogen, und an einigen schon früh schnee- und eisfreien Stellen waren erste Exemplare von *Pinus cembra* blühreif geworden. Aus dem westlichen Talgebiet wurde früh schon Blütenstaub von *Pinus silvestris* eingeweht, ohne dass die Waldföhre die Hellelen erreicht hatte.

In einer späten Optimalphase des Bölling bildete sich eine Parklandschaft von Sanddornsträuchern und Birken mit Pionierrasen, dazu Weiden und ersten Ericaceen (*Arctostaphylos uva-ursi*?). Die Gehölzpollen erreichten 78%.

Besser als anderwärts kommt bei dieser klimatischen Grenzlage der Lokalität die Ältere Dryas zur Entwicklung: Sie stellt mit einem Anstieg des NBP-Prozents auf 50% und von *Artemisia* auf 14% und mit dem markanten Birkenrückgang und dem anscheinenden Wiederverschwinden des Arvenpollens einen kräftigen Rückschlag dar, der aber nur von kurzer Dauer gewesen sein muss, da er nur 12 cm blaugrauen Ton geliefert hat bei ca. 55 cm Sediment zur Zeit der Jüngern Dryas. Nimmt man Zeitproportionalität für die Sedimentation an, so käme man für die Ältere Dryas auf ca. 200–300 Jahre. Zusätzlich ist aber zu berücksichtigen, dass Nachphasen zur Ältern Dryas noch näher am Alleröd liegen. Ähnlich scheint übrigens auch das Bölling durch 2–3 Warm- und Kaltphasen gegliedert zu sein.

Es ist deshalb hier eine kritische Bemerkung zum Nachweis der sog. Ältern Dryas am Platz. Nachdem Eicher (Diss. Bern 1979) in seinen sorgfältigen, z.T. gerade darauf gerichteten Untersuchungen über das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnis an zahlreichen pollenanalytisch untersuchten Profilen festgestellt hat, dass sich zwischen Bölling und Alleröd keine negative Klimaschwankung vom annähernden Ausmass der Ältesten und der Jüngern Dryas nachweisen lässt, scheint es uns am Platz, den Begriff der Ältern Dryas fallen zu lassen.

Angesichts der Tatsache, dass die erweiterte Bölling-Phase (Bölling i.w.S.) aus mehreren positiven und negativen Schwankungen besteht, erhebt sich die Vermutung, dass bis jetzt jeweils eine beliebige negative Phase (oder zwei solche zusammen) vor Alleröd in schematischer Einstufung als Ältere Dryas bezeichnet worden ist. Wahrscheinlich wurden auch mehrere klimaungünstige Spektren vor Alleröd, die zusammen Zeugen des Bölling sind, als «Ältere Dryas» bezeichnet, wenn die Älteste Dryas nicht mehr zuverlässig nachweisbar war und ein differenzierter Nachweis der nordischen (klassischen) Ältern Dryas unmöglich war.

Angesichts der Klimaschwankungen des erweiterten Bölling und der Möglichkeit, dass kleinere negative Klimaschwankungen auch in das Alleröd eindringen, auch angesichts des abweichenden Diagrammverlaufs in ganz unterschiedlicher Höhenlage, gibt es kein biostratigraphisches Mittel, den im Norden definierten Klimarückschlag der Ältern Dryas zu identifizieren. Es bleibt theoretisch nur die chronostratigraphische Korrelationsmethode, die aber für jene spätglaziale Zeit und für den kurzen Zeitabschnitt nicht anwendbar ist.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass eine reproduzierbare Zeitmessung mit ^{14}C in jenem Zeitabschnitt nicht existiert, dass jede Messung mit so vielen systematischen Fehlern aus dem lokalen Material behaftet ist, dass eine statistische Sicherung des Messresultates unmöglich oder doch sinnlos wird.

Geringe Intensität der negativen Klimaschwankung der Ältern Dryas, kurze Dauer dieser Schwankung und Unmöglichkeit der zeitlichen Einstufung durch ^{14}C -Datierung legen nahe, den chronostratigraphischen Abschnitt Ic fallen zu lassen.

Das bedeutet nicht, dass nicht doch einzelne Gletscherstände in eine negative Schwankung des Bölling i.w.S. fallen können, obwohl jeweils dringend zu prüfen ist, ob diese nicht eher in die Älteste Dryas fallen.

Nach Schluss der Hauptphase der «Ältern Dryas» steigen Birke und *Juniperus* wieder an und stellt sich auch wieder der Pollen der Arve ein. An der Lokalität erscheinen *Botrychium lunaria*, *Plantago alpina* und *Centaurea jacea*, Vertreter eines alpinen Rasens. Das Gehölzdiagramm des Alleröds zeigt die bedeutungsvolle Erscheinung, dass nach dem plötzlichen Abfall der Birke (und der Sträucher) Waldföhre und Arve gleichzeitig massiv zunehmen, die Waldföhre von 15 auf 80%, die Arve von 0 auf ca. 10%. Zusammen mit der Abnahme der NBP auf 10%, der Gräser auf 4% und von *Artemisia* auf 2% erkennen wir die Entwicklung eines Waldtyps von reichlich Waldföhre mit ordentlich viel beigemischter Arve, eines Waldtyps, den wir subalpin nennen möchten.

Bei der Einschätzung der Waldverhältnisse des Alleröds hängt natürlich sehr viel davon ab, welchen Anteil des *Pinus silvestris*-Pollens wir als Fernflug ansprechen. Nehmen wir an, am Ort hätte sich ein Arvenwald entwickelt, ist nicht einzusehen, warum *Pinus cembra* nur 10% erreicht, *Pinus silvestris* dagegen auf 80% ansteigt. (Im Diagramm vom



Aletschwald werden wir zeigen, dass die Arve auf 60–70% steigen, der Waldföhrenfernflug gleichzeitig auf 10–20% absinken kann.) Nehmen wir umgekehrt an, die allerödzeitlichen Wälder seien auf Hellelen durch die Waldföhre gebildet worden und der Arvenpollen stelle Fernflug aus einem höher gelegenen Arvengürtel dar, so müssten doch wohl subalpin-alpine Diagramme um diese Zeit reichlich Arvenpollen aufweisen. Wir haben zwar kein Diagramm aus einer wünschbaren Höhenlage um 1700–1800 m, vom Simplon aus 2000 m jedoch den Befund, dass selbst bei völliger Elimination des Waldföhrenpollentyps aus der Pollensumme die Arvenpollen höchstens 20%, die NBP aber 80% erreichen, also die Höhenlage praktisch gehölzfrei war. (V. Markgraf 1969, in ihrem Profil 1, glaubt auf der 2100 m hoch gelegenen nahen Moosalp für das Alleröd 20% Arve festgestellt zu haben neben reichlich Birke und *Juniperus* und zieht daraus den völlig unbewiesenen Schluss, dass tiefer unten ein Arvenwald bestanden habe mit Baumgrenze in 1800–2000 m Höhe. Dieser Schluss stützt sich zu sehr auf heutige Verhältnisse und berücksichtigt nicht, dass im Bereich der eisfrei gewordenen und völlig instabilen Rohböden ein Arvenwald noch kaum möglich war. Der Befund Markgrafs ist aber deshalb hier kaum verwendbar, weil der Profilabschnitt, auf den sie ihre Aussage stützt, sehr wahrscheinlich nicht Alleröd ist, sondern eine Phase der Jüngern Dryas.)

Wenn wir aus der Betrachtung dieser zwei Grenzfälle den Schluss ziehen, es handle sich um einen Mischwald von Waldföhre und Arve, so ist in der Abschätzung des Mischungsverhältnisses zu bedenken, dass die Waldföhre in den tiefergelegenen Talwäldern des ganzen Wallis ein ungeheuer grosses Reservoir an Fernflugpollen besessen hatte, während der Arve nur ein schmaler Gürtel von verstreuten Einzelbäumen und Baumgruppen zur Verfügung stand. So halten wir es nicht für ausgeschlossen, dass im Alleröd Waldföhre und Arve gleich stark vertreten waren.

Wir möchten aber in unsern Vorstellungen über die Waldverhältnisse des Alleröds noch etwas weiter gehen und die Vermutung aufstellen, dass in der Bewaldungsphase des Spätglazials die Waldföhre selbst die Wald- und speziell die Baumgrenzen bildete, in Gemeinschaft freilich mit andern auch schon vorhandenen und heute subalpinen Gehölzen wie Arven, Birken, Wacholder, Pappel. Wir möchten glauben, dass sich in diesen ersten Wiederbesiedlungsphasen durch die Arten, die die Eiszeit im Gebiet (im weitern Sinn) überdauert hatten, keine Gürtelung herausbildete oder eine solche doch erst in Entstehung begriffen war. Unter solchen Verhältnissen kann der Pollenanalytiker auch keine Gürtel feststellen (weil es sie nicht gibt), sondern bloss den wechselnden Anteil an Gehölzpollen (gefälscht durch einseitig stärkern Fernflug).

Die Datierung für den ganzen Humuskomplex der Allerödphase ist mit 12310 ± 150 signifikant zu alt ausgefallen (vgl. Simplon). Sie ist trotzdem wertvoll als Bestätigung der Zoneneinteilung (Diskussion später).

Es mutet wie ein vegetationskundliches Grosseperiment an, dass um das Jahr 11000 BP ein abrupter Klimarückschlag einsetzt bei offenbar völlig gleichbleibendem Satz von Konkurrenten. Das NBP-Prozent steigt von 10 auf 25–35% (*Artemisia* von 2 auf 8–12%, Gramineen von 4 auf 10–12%, liguliflore Compositen von 0,5 auf 2%). *Ephedra* und *Lycopodium annotinum* sind wieder mehrfach zu finden wie im frühen Bölling und in der «Ältern Dryas». Die Kräuterpollen haben grössere Zugangsmöglichkeit zum Moorsee (etwa im Sinne Taubers, 1965), weil sich die Gehölze gelichtet haben, die Kräuter sind zahlreicher und blühen reichlicher, die Bäume blühen vielleicht weniger. Auffällig ist, dass sich die Sträucher (besonders *Juniperus*) nicht breit machen, wie es in Zone I der Fall war, und ist nochmals auffällig, dass *Juniperus* dann doch, aber erst zu Beginn des Praeboreals, zu einem allerdings bescheidenen Maximum aufgipfelt. Die Birke sinkt auf minimale Werte zwischen 2 und 4%, die die Möglichkeit nahelegen, dass sie auf Hellelen so gut wie verschwunden war. Um so verwunderlicher ist das Verhalten der Arve: wohl wird der kurzfristige Maximalwert von 10% nicht gehalten, sondern fällt auf 5% zurück, erhält sich jedoch bei eher steigender Tendenz durch die ganze Jüngere Dryas bei 6–8%. Gleichzeitig geht die Waldföhre von 78% auf 50–60% zurück, wobei zu bedenken ist, dass der Hauptrückgang auf dem Ortspollen erfolgte, während der Fernflugpollen absolut zwar vielleicht leicht abnahm (wegen der allgemeinen Klimaverschlechterung), relativ aber wohl zunahm wegen der Schädigungen und Lichtungen auf Hellelen. Es scheint uns darum wahrscheinlich, dass der Darstellung von Markgraf (1969, Profil 1, 611–577 cm) vom Böhnigsee auf 2095 m Höhe hoher Wahrheitsgehalt zukommt: vorübergehend starke Zunahme des *Pinus silvestris*-Pollenfernflugs im Hauptteil der Jüngern Dryas bei gleichzeitig und nach dem Praeboreal zu verstärkter Zunahme des *Pinus cembra*-Pollens. Während Markgraf für ihre Höhenlage (2100 m) den Waldföhrenpollen mit vollem Recht als Fernflugpollen aus der Pollensumme ausschliesst, können wir das für unsere Höhenlage (1510 m) nicht, halten es aber für wahrscheinlich, dass die Waldföhre in der Jüngern Dryas auf Hellelen sehr spärlich wuchs oder gar völlig fehlte. Für diese extreme Deutung spricht der Umstand, dass die Spaltöffnungsfunde von *Pinus* zwischen Alleröd und Praeboreal völlig fehlen. (Warum sind aber nicht Spaltöffnungen von Arve zu finden?)

Dürfen wir aus den Ergebnissen dieses Grosseperiments der Jüngern Dryas schliessen, dass in der ersten Hälfte niedrige Temperaturen mit reichlichen Schneefällen Birken und Waldföhren schädigten, in der zweiten Hälfte niedrige Temperaturen mit extrem kontinentalen Verhältnissen die Arve förderten? Ist im Sinn des leicht aufwärmenden letzten und kontinentalen Abschnitts der Jüngern Dryas das Erscheinen der ersten Einzelpollen von *Larix* zu deuten (wonach deren Einwanderung wohl aus der Poebene, so früh erfolgt wäre)?

Der Übergang zur Aufwärmphase des Praeboreals ist abermals ein grosszügiges vegetationskundliches Experiment: Einem ersten Anstieg von *Pinus cembra* (blosse Zunahme der Blühfreudigkeit?) folgen ein *Juniperus*-Gipfel von 9%, dann ein *Pinus cembra*-Gipfel von 16%, dann ein Birkenanstieg von 5 auf 20% mit einer kurz darauffolgenden Arven- und Wacholder-Vernichtung unter Rückwanderung von *Pinus silvestris* und Einwanderung von *Larix* (Spaltöffnungen) im Moment, wo die NBP ihren Tiefpunkt erreicht haben (455 cm). Diese Erscheinungen laufen nach dem

Ausweis der ¹⁴C-Datierung bei 455 cm (9430 BP) im Zeitraum von etwa 600 Jahren ab, wobei die letzten Phasen wahrscheinlich länger sind als die ersten und einer Stabilisierung zustreben. Immerhin wandern in den nächsten Jahrhunderten auf Hellelen noch spärliche Bestandteile der Gehölze warmer Standorte ein, Erle, Hasel, Ulme und Eiche. Die Waldföhre büsst im Boreal ihre starke Prädominanz ein, dürfte, wenn man den Fernflugpollen ausscheiden könnte, sogar gegenüber hochmontan-subalpinen Gehölzen subdominant werden.

Um 9430 BP, bei 455 cm Tiefe, wird mit einer Unsicherheit von 200–300 Jahren der Wald auf Hellelen zum ersten Mal in der Nacheiszeit dicht geschlossen (NBP 3–6%), ein Birken-, Erlen-, Lärchen-, Ulmen-Waldföhren-Mosaik, in dem die lichtliebenden Kräuter fast ganz fehlen, die alpinen Rasenelemente der Spätglazialzeit verschwunden sind. Ob innerhalb dieser Aufwärmphase ein kleiner erster postglazialer Klimarückschlag (etwa im Sinne des Piottino von Zoller, 1960, oder der Schlatenschwankung von Patzelt, 1972) stattfindet, lässt sich weder in Diagramm 21 noch in Diagramm 22 erkennen.

Diagramm 23: Grächen-See, 1710 m ü.M.

Zu den niederschlagsärmsten Gegenden der Schweiz und des Wallis gehört die Gegend von Grächen (56 cm/Jahr nach Uttinger 1949). Grächen befindet sich im untersten Teil des Mattertales, 4 km oberhalb von dessen Vereinigung mit dem Saasertal. Das Dorf liegt auf einer ansteigenden, WNW-exponierten Schulterterrasse über kristallinen Gesteinen der penninischen Decken auf 1500 bis 1640 m Höhe. Es war noch vor zwanzig Jahren nur auf einem Saumweg von St. Niklaus aus erreichbar, ist aber heute zu einem grossen Ferienzentrum geworden. Hart über dem Dorf steigt steil der bewaldete Berghang an, an dem bei 1710 m ein eindrücklicher Moränenwall im südlichen Teil ein schmales Seebecken, im nördlichen Teil eine flache Moorwiesenmulde abdämmt.

Die Vegetation der Grächener Gegend ist durch die Kulturmassnahmen vergangener Jahrhunderte und Jahrtausende stark beeinflusst worden. Das Plateau ist heute eine Wiesenlandschaft, war aber vor Jahrzehnten noch von vielen Getreideäckern durchsetzt. Die Wälder der Umgebung sind subalpine Lärchen-Arven-Fichten-Waldföhren-Mischwälder, denen aufrechte Bergföhren oft reichlich beigemischt sind, an bodenfeuchteren Stellen aber auch Grauerlen, seltener weitherum Zitterpappeln, Birken. In der Strauchschicht der höher gelegenen Wälder finden sich mit rund 10% Deckungsgrad: Jungwuchs der Waldbäume, *Sorbus aucuparia*, *Juniperus nana*, *Lonicera coerulea*, *Cotoneaster integerrima*, *Berberis vulgaris*. Die Krautschicht kann 40–80% Deckung aufweisen und besteht vorwiegend aus Säurezeigern: *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitisidaea*, *Arctostaphylos uva-ursi* (seltener *Calluna vulgaris*), *Deschampsia flexuosa*, *Luzula silvatica* und *L. Sieberi*, *Hieracium silvaticum*, *Luzula nivea*, *Melampyrum silvaticum* und *M. pratense*, *Saxifraga cuneifolia*, *Solidago virgaurea*, *Linnaea borealis*, *Campanula scheuchzeri* und *C. barbata*, *Majanthemum bifolium*, *Calamagrostis tenella* (= *C. schraderiana*).

Die Wälder der tiefern Lagen zwischen 1000 und 1300 m Höhe enthalten bei abnehmendem Lärchen-Arven-Anteil mehr Fichte, dazu Esche, wenig Bergulme, dichtere Strauchdeckung, wobei sich zu den obgenannten Arten gesellen: *Juniperus communis*, *Sambucus nigra* und *S. racemosa*, *Lonicera xylosteum*, *Salix grandifolia*, *Corylus avellana*, *Rosa spec.* Die Krautschicht ist oft weniger geschlossen, enthält aber in einer Einzelaufnahme leicht vierzig Arten mit einer ganzen Anzahl von Vertretern einer wärmeliebenden oder auch einer mesophilen Flora. Farne sind eher spärlich: einige Stöcke von *Dryopteris filix-mas*, *Cystopteris fragilis*, *Polypodium vulgare*, *Athyrium filix-femina*.

Die Mulde des Grächen-Sees beginnt im SSE mit einer nach N sich keilförmig erweiternden Flachmoorpartie (*Carex fusca*, *rostrata*, *canescens*, *echinata*, *panicea*, *Eriophorum angustifolium*, *Trichophorum caespitosum*, *Juncus alpinus*, *Equisetum palustre*, *Ephelobium palustre*, *Viola palustris*). Nordwärts schliesst sich an die randlichen Schwingrasen eine Wasserfläche von ungefähr 100 m Länge und 35 m Breite, die heute infolge des Badens und Schiffchenfahrens nur stellenweise von *Potamogeton natans* eingenommen wird. Das talseitige Ufer gegen die noch heute steil einfallende Moräne (die vielleicht im südlichsten Teil einen Felskern enthält) trägt wenig Wasser- und Sumpflvegetation, das bergseitige Ufer dagegen kleine Verlandungsflächen, z.T. mit Weiden- und Grauerlensträuchern. Das nordseitige Ende enthält heute den durch Schleuse geregelten Wasserablauf, bergwärts einige *Carex fusca*-Schwingrasenbänke, die durch den Badebetrieb beschädigt, z.T. durch Blöcke und Platten künstlich ergänzt sind.

Die bergseitige Gneiss-Grobblockhalde, die Lärchen, Arven und Fichten trägt, liefert nur einige unbedeutende Wassergerinne an den See, die kaum je tonige Bestandteile enthalten. Auch Lawinen scheinen die Seemulde nicht zu erreichen. Damit sind in dem subalpinen Seebecken in kontinental-niederschlagsarmer Gegend auf schwer verwitternder Gneissunterlage ökologische Verhältnisse geschaffen, die zu allen Zeiten nur eine beschränkte Wasservegetation ernährten. So hat sich denn das Becken mit einer lockern Detritus-Torf-Gyttja, dazu mit Baumstämmen und Nadeln und Zweigen gefüllt. Im letzten Jahrtausend haben vermutlich die Bewohner von Grächen den See durch Erhöhung des Auslaufs um 1–2 m gestaut, wodurch an einigen Uferstellen Schwingrasen entstanden sind. In Trockenzeiten wurde dann der See um mindestens diesen Betrag abgesenkt.

Im Jahr 1951 wurde am südlichen Seeufer hart am Wasser im 28 m breiten Flachmoor das Querprofil der Mulde ermittelt. Nur 5 m von der Moräne weg fand sich die tiefste Stelle mit 7,5 m. Hangwärts nahmen die Tiefen gleichmässig ab, wobei man überall auf Steinwiderstände stiess. Zwischen 350 und 400 cm stürten mehrfach Baumstämme das

Bohren; von ca. 6 m an abwärts fand sich ein holzreicher Detritus. Nur zwischen 220 und 255 cm und zwischen 727 und 750 cm war dem organischen Material etwas Ton beigemischt. Die folgenden Radiokarbondatierungen (Oeschger, Bern II, 1961, Radiocarbon 3, 19) ergaben, dass das Profil unvollständig war.

B-261	238 cm	2060±100 BP
B-260	408 cm	4220±120 BP
B-259	536 cm	4490±100 BP
B-258	630 cm	4950±100 BP
B-262 bis	681 cm	6060±120 BP

Der Grund zu diesem relativ späten Beginn des Profilwachstums war nicht leicht zu erkennen. Er mochte in einem Steinschlag oder einem Murgang liegen, weshalb zwanzig Jahre später auf demselben Querprofil versucht wurde, die störende Steinschicht zu durchstossen. Da das nicht gelang, wurde der vorerst hoffnungslos erscheinende Versuch unternommen, im nördlichsten Teil des Sees nahe dem Ausfluss, 12 m vom Moränenscheitel einwärts und 16 m vom beginnenden Hanganstieg weg auf einem *Carex fusca*-Schwingrasenstück von 3 m Breite (in Uferrichtung) zu bohren (Hiller). Hier wurde nach Überwindung von allerhand Bohrwiderständen eine Tiefe von 11,02 m erreicht. Das organische Material war oft stark wasserhaltig und schwankte in Farbe und Zusammensetzung derart stark, dass eine sinnvolle Charakterisierung schwierig ist (Torf-Detritus-Gyttja-Holzanteil) und dass stratigraphische Grenzen oft kaum anzugeben sind. Einige Hauptzüge seien herausgehoben (13.6. und 21.7.1973):

0 - 90	cm	Kompakter Flachmoortorf (Cyperaceen)
90 - 100	cm	Toniger Flachmoortorf
100 - 250	cm	Lockerer Flachmoortorf versus Grobdetritusgyttja
250 - 300	cm	Kanne leer: äusserst wässriges Sediment
300 - 462	cm	Wässriger Flachmoortorf (Grobdetritusgyttja)
462 - 485	cm	Durchbohrter Holzstamm
485 - 630	cm	Wässriger Flachmoortorf
630 - 655	cm	Dunkle Gyttja versus Grobdetritusgyttja
655 - 700	cm	Brauner Flachmoortorf mit Hypnaceen und mit Holz
700 - 723	cm	Dunkler Flachmoortorf
723 - 800	cm	Grobdetritusgyttja
800 - 845	cm	Dunkler Flachmoortorf
845 - 940	cm	Grobdetritusgyttja mit Holz bei 860 und 880 cm
940 - 987	cm	Tongyttja
987 - 1009	cm	Gyttja mit Holz
1009 - 1016,5	cm	Ton mit Holzstück
1016,5 - 1102	cm	Braune, tonige Gyttja, vereinzelt mit Holz und Rinde
1102 - 1108	cm	Grobe Steine und Kies: Öffnung des Bohrers unmöglich

Folgende Datierungen verdanke ich dem ¹⁴C-Labor Bern:

B-2581	70 cm	950± 60 BP	B-2586	680 cm	7050± 90 BP
B-2582	140 cm	2270± 70 BP	B-2603	737 cm	6830±200 BP
B-2583	227 cm	2600± 60 BP	B-2587	827 cm	6080±180 BP
B-2584	380 cm	3880± 70 BP	B-2588	880 cm	7360± 90 BP
B-2585	516 cm	5010± 80 BP	B-2589	1033 cm	7440± 90 BP
B-2602	630 cm	5660±120 BP	B-2590	1083 cm	7520± 90 BP

(Die zwei Proben B-2603 und B-2587 mussten mit totem CO₂ aufgefüllt werden und weisen darum einen grossen Fehler auf.)

Die untersten zwei 50-cm-Kannen wurden mit besonderer Vorsicht vor Verunreinigung entnommen: alle offenen Fugen der verschliessenden Aussenhülle des Bohrers wurden mit gelbem Plastilin verstrichen, so dass beim Einführen des Bohrers in das Bohrloch kein Torfwasser eindringen konnte. Der Bohrkern erschien denn auch auf der ganzen Länge unverschmutzt. So dürfen wir das Ergebnis der untersten Pollenspektren als zuverlässig betrachten:

Auch diese tiefe Bohrung reicht nicht vor den Postglazialbeginn hinunter. Die untern Proben enthalten reichlich EMW-Bestandteile *Corylus*, *Alnus*, *Larix* und selbst Spuren von *Abies*. Sie dürften den Proben um 600 oder 620 cm Tiefe des Diagramms Hellelen (Nr. 21) entsprechen. Wir sind veranlasst, nochmals die Frage zu stellen nach dem Grund für dieses nach bisherigen Erfahrungen ungewöhnlich verspäteten Beginns des Profilwachstums:

1. Erklärungsmöglichkeit: Ein Felssturz hat im Postglazialbeginn in der Seemulde eine undurchdringliche Akkumulationsschicht geschaffen. Dann müssten das südseitige Profil mit 7,5 m Länge und das nordseitige mit 11,02 m Länge gleichzeitig beginnen, was nach dem Ausweis der Pollendiagramme und nach den Datierungen auf den ersten Blick nicht zutrifft.

2. Erklärungsmöglichkeit: Die Mulde war anfänglich lange Zeit undicht, und der See erreichte erst im Lauf von Jahrtausenden einen höhern Stand. Diese Möglichkeit ist deshalb nicht ganz von der Hand zu weisen, weil sich der See in

einem sehr niederschlagsarmen Gebiet befindet und das Muttergestein der Berglehne schwer verwitterbar ist. Sollte aber während der Jüngern Dryas freie Akkumulationsmöglichkeit bestanden haben, also 1000–2000 Jahre vor dem Profilbeginn, so erschiene eine viel spätere Abdichtung des Beckens als ungewöhnlich, da in diesem Zeitabschnitt anderwärts stets mächtige Sedimentzuwächse festgestellt wurden.

3. Erklärungsmöglichkeit: Da am Nordende kein detailliertes Querprofil aufgenommen wurde, besteht die Möglichkeit, dass nahe bei der niedergebrachten Bohrung eine um wenig tiefere Stelle zu finden wäre, die etwas weiter zurückreicht. Sollte das nicht der Fall sein, ist weiter nördlich, immer noch hinter dem Ausläufer der Moräne, der Versuch zu unternehmen, die ältesten Schichten nach dem Gletscherrückzug im kleinen Grächen-Mösli zu erreichen.

Die Beantwortung der Frage nach dem Alter der schönen Moräne wäre deshalb von besonderer Bedeutung, weil nach der «Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen» von Beck (1926) die Daun (oder Egesen?–Welten) oder Gschnitz der Ostalpen entsprechenden Vorstösse der grossen Mattertalglacier die Grächen-Moräne gebildet haben dürfte. Nach diesem Autor hätten Gletscher mit einer Schneegrenzdepression von nur 200 m noch bis Stalden gereicht, so dass ein Gletscher aus dem Zermattental bei einer Schneegrenzdepression von 300–400 m die Gegend von Grächen eingedeckt haben dürfte (da das Tal von St. Niklaus bis Stalden ausserordentlich schmal und steilwandig ist). Sollte die Nachforschung nach älteren Teilen des Sedimentprofils endgültig negativ ausfallen, müsste man annehmen, dass die Mulde im Spätglazial gar nicht bestanden hat, weil sie von Toteis ausgefüllt war, das unter einem Mantel von Felssturzmaterial isoliert und konserviert war und an das heran die Seitenmoräne der Mattertalglacier angelagert worden war. Die Mulde wäre dann erst in der Warmzeit durch Abschmelzen des Toteises entstanden.

Das Diagramm Grächen-See lässt sich in drei Grossabschnitte gliedern:

Unterer Grossabschnitt:	1102–940 (evtl. 860) cm
Lärchen-Föhren-Birken-Grauerlen-Zitterpappeln-Abschnitt	
Zweiter Grossabschnitt:	940 (860–440) cm
Lärchen-Föhren-Tannen-Arven-Abschnitt (mit Grauerle)	
Dritter Grossabschnitt:	440–60 (evtl. bis 0) cm
Lärchen-Fichten-Föhren-Abschnitt mit Grau- und Grünerle	

Der erste Grossabschnitt fällt ganz in den Bereich der Hasel- und EMW-Zeit. Von den wärmeliebenden Gehölzen ist aber kein einziges in die Höhe von 1700 m heraufgerückt. Sie meiden auch heute die Terrasse von Grächen (1500 m) völlig. Dagegen sind einige Arten des mediterranen Gebirgssteppengürtels (sensu Schmid 1961) und einige alte Kulturbegleiter typisch für die trocken-sonnige Lage. Dieser erste Abschnitt weist aber über die ganze Länge den Charakter der Erstbesiedlung auf: Föhren-Lärchen-Wälder mit sehr wenig Arve, dagegen mit reichlich Birke und Zitterpappel, um den See und an allen kleinen Rinnsalen (wie heute noch) viel Grauerle. Die in der borealen Zone Europas sehr weit nach Norden vorstossende Grauerle ist zusammen mit der Waldföhre offenbar ein altes Grundelement des kontinentalen subalpinen Vegetationsgürtels des innern Wallis.

Der allererste Beginn des Diagramms lässt eine interessante Besiedlungs-Sukzession erkennen: auf eine erste Phase lichtstehender Lärchen folgte eine Phase reichlicher Birken- und Pappelausbreitung, worauf Lärche und Grauerle (immer zusammen mit lichtstehenden Waldföhren) den geschlossenen Gebirgswald aufbauten. Der relativ geringe NBP-Anteil mag Folge des grobblockigen Besiedlungsraumes sein. Es scheint uns deshalb wahrscheinlich, dass der Anfang des Diagramms noch im Praeboreal liegt.

Der zweite Grossabschnitt zeichnet sich durch eine Ausbreitung der Arve aus, die 10–20% des Baumpollenprozents erreicht, ganz besonders aber auch durch eine Tannenausbreitung, die mit 3–16% für das Trockengebiet von Grächen ganz unerwartet markant ist. Die korrelierte Ausbreitung der beiden Gebirgsbäume ist für die Zeit des Atlantikums vielerorts beobachtet worden. Dass dabei die Grauerle zurückgeht (z.T. deutlich negativ korreliert) deutet wohl an, dass ihre ökologische Nische in Beschlag genommen oder doch durch Beschattung eingeengt worden ist; vor und nach der Hauptphase dieser Bäume breitet sie sich wieder stärker aus. Eine weitere Eigentümlichkeit dieses Grossabschnitts ist die verstärkte Produktion von Cyperaceenpollen und von Pteridophyten sporen, dazu das häufige Auftreten von *Athyrium filix-femina*-Sporen, das stärkste (wenn auch schwache) Auftreten von Ericaceen, speziell von *Rhododendron (ferrugineum)* und das häufige Auftreten von *Epilobium*-Pollen. Über die ganze Zeit sind Fernflugpollen von Fichte festzustellen. Die Waldföhre ist im ganzen Abschnitt etwas schwächer vertreten als vorher und nachher. All diese Erscheinungen scheinen auf ein warmes, doch feuchteres Klima hinzuweisen, das die Bodenbildung und -reifung förderte und den Aufbau anspruchsvollerer Wälder ermöglichte. Dabei könnten die Tannen sehr wohl die bessern Böden der Grächenterrasse, die Arven (wie heute) die Blockhänge besiedelt haben.

Der dritte Grossabschnitt ist ausgezeichnet durch die Dominanz der Fichte. Es scheint, dass sie besonders der Tanne und der Grauerle, doch auch der Arve stark zusetzte. Dass die Fichte in den Phasen geringer NBP-Prozente ihre höchsten Werte erreichte, in den (Rodungs-)Phasen hoher NBP-Werte stets stark zurückging, ist wohl nicht anders zu deuten, als dass sie von Anfang an die nicht sehr ausgedehnten guten subalpinen Waldbodenparzellen in Beschlag nahm, die später jeweils auch für die Kultur wertvoll waren und gerodet wurden. Umgekehrt ist es wahrscheinlich, dass durch planlose Brandrodung und durch Waldweide stellenweise die Besiedlung durch die Fichte gefördert wurde, wie das Markgraf (1969) betont und für die Fichtenausbreitung im westlichen Alpengebiet allgemein verantwortlich machen möchte.

Die sehr starke Lärchenausbreitung dieses Abschnittes dürfte Folge der Rodungen und der Waldweide und Bodendegradation sein. Die Dominanz der Lärche in den Wäldern von Grächen ist Folge und Ausdruck der 2000- bis 3000-jährigen Kultureinflüsse.

Stärker als in Zeneggen-Hellelen auf 1510 m tritt die Grünerle gleichzeitig mit der Fichte im Diagramm auf, erreicht aber selten 4%. Sie ist wohl Schatthang- und Lawinenrunsenstrauch höherer Lagen im Bereich stärker genutzter Hochweiden.

Wenn wir rückblickend die Besonderheiten und Schwierigkeiten der Profile vom Grächen-See abwägen, scheint uns folgende Darstellung die wahrscheinlichste:

1. Die Profile reichen nach den Datierungen knapp ins Ende des Boreals zurück. Wir wissen, dass im Boreal überall der Zuwachs an organischem Material infolge klimatischer Trockenheit ein Minimum war. Wir wissen, dass Grächen im pluviometrischen Beobachtungsnetz der Schweiz das Minimum einnimmt mit 56 cm/Jahr. Der Schluss scheint begründet, dass praeborealer und borealer Zuwachs im Grächen-«See» fast Null waren, vermuten sogar, dass der «See» zur Sommerzeit völlig austrocknete.

2. Das Fehlen eines borealen «Sees» wird durch das grobblockige Gneissmaterial am Oberrand des Sees und durch den Befund, dass jede Probebohrung um den See auf hartes Blockmaterial stiess, wahrscheinlich gemacht. Organisches boreales Material ist vermutlich nur zwischen den Blöcken des Seegrundes eingebettet.

3. Beide Profile beginnen mit den ersten *Abies*-Spuren bei reichlicher Anwesenheit von *Alnus incana* und *Betula* (10–20%) und reichlichen Spuren der Block- und Rohbodenpioniere *Pinus cembra* und *Larix*. Die Sedimentbildung setzte also mit dem Beginn feuchterer atlantischer Niederschlagsverhältnisse ein.

4. Im nordwärts anschliessenden Flachmoorgebiet des «Ebnet», ca. 200 m lang und 40 m breit, erreichten einige Probestandierungen in einer Distanz von 45 m vom Süden 300 cm Tiefe, in 62 m 370 cm Tiefe, in 92 m 150 cm Tiefe. Die tiefsten Proben aus der mittlern Sondierung ergaben (%):

Tiefe	EMW	<i>Larix</i>	<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Salix</i>	BP	Ausgezählte Pollen
358 cm	1,2	5,2	83	0,7	4,0	2,6	0	98	426 Stück
368 cm	0,9	2,6	90	0,2	3,7	0,9	0,2	99	533 Stück

Jedes früh-postglaziale Diagramm des Wallis zeigt die extreme *Pinus*-Dominanz (die man meist als Fernflug auffassen muss). Hier ist die gesuchte Altersmarke für die ältesten Ablagerungen hinter der Grächen-See-Moräne.

Das boreale Alter der frühesten Seesedimente stellt also ein Minimalalter für die Moräne des Grächen-Sees dar. Nach der Lage von Grächen und unserer Kenntnis über mögliche grosse Jungmoränen kommt für die «See-Moräne nur eine Moräne aus der Zeit der Jüngern Dryas in Frage (wie sie nach unsern Angaben auf S. 102 für «Daun» zutreffen könnte). Nach dem hartnäckigen Fehlen von spätglazialen Ablagerungen sollte nicht Gschnitz in Frage kommen (das wir heute bestimmt vor 13000 BP erwarten), sondern die Gruppe Daun-Egesen, die die grosse Aletschgletscher-Moräne hoch am Hang gebildet hat.

Diagramm 24: Moor Mont Carré, 2290 m ü.M.

Auf der Suche nach hochgelegenen untersuchungswürdigen Mooren des Wallis waren wir auf die prächtigen See- und Moorbildungen der Moosalp ob Zeneggen-Töbel gestossen. Ihre Vielseitigkeit und einzigartige Lage hoch über dem Ausgang der Vispertäler (2100 m) im heute noch relativ dicht bewaldeten Gebiet und in einem naturschützerischen Erhaltungszustand, der kaum zu Klagen Anlass gibt, liess eine eingehende monographische Bearbeitung wünschbar erscheinen. Vera Markgraf (1969) führte sie sorgfältig durch. Das Fehlen eines grossen Durchgangsweges oder eines Passweges hatte die Wälder geschont, das Fehlen eines Gletscherbachs die Möglichkeit ausgeschlossen, die kleinen Seeflächen als Staubecken für die Bewässerung zu verwenden und zu degradieren, die ausgedehnte und hügelige Hochfläche eine Übernutzung vermieden, die starke Verstrauchung und Ericaceen-Verheidung eine futterreiche alpine Gras- und Kräuterweide nicht aufkommen lassen. Zudem war die Rundhöckerlandschaft nur zur Zeit des Hochstandes der Würmvergletscherung von den grossen Mattertalergletschern eisbedeckt und wurde kaum von kleinen lokalen Gletscherchen beeinträchtigt.

Nicht so günstig sind andere Talausgänge beschaffen, da nicht eine alte Talverebnung geringe Eisbedeckung oder schwache Transfluenzen verursacht hatten. Wir prüften die Kar-Nischen südlich der Mayens de Sion zwischen dem Val d'Héremence und dem Val de Nendaz. Zwei dieser Kar-Nischen zeigen zwar ebene und tümpelartige Füllungen («gouilles»), die aber vorwiegend sandige Sedimente aufweisen (unter Mont Carré 2468 m, M. Rouge 2491 m, M. Loréré 2575 m). Im südlichsten Teil dieser terrassenartigen Berglehne, oberhalb der Wald- und Baumgrenze, wohl im Bereich einer permo-triasischen Schuppe, fanden wir sehr nasse Moorpartien, die wir anbohrten und untersuchten. Das Objekt ist auf der Grenze zwischen dem Alpage d'Essertse und demjenigen der Grande Tsa, knapp unter 2300 m. Es

trägt im mittlern und mehr talseitigen Teil einen grössern Bestand von *Carex rostrata*, hangwärts schöne Bestände von *Carex fusca* und *C. echinata*, dazu aber häufige (c) oder seltenere (r) Elemente eines sauren Quellsumpfs mit Schneetälchenbestandteilen:

<i>Juncus filiformis</i> (c)	<i>Trichophorum caespitosum</i> (r)
<i>Juncus jacquini</i> (c)	<i>Primula farinosa</i> (r)
<i>Juncus triglumis</i> (c)	<i>Epilobium alpinum</i> (r)
<i>Caltha palustris</i> (c)	<i>Carex frigida</i> (r)
<i>Parnassia palustris</i> (c)	<i>Saxifraga stellaris</i> (r)
<i>Menyanthes trifoliata</i> (c)	<i>Soldanella alpina</i> (r)
<i>Eriophorum angustifolium</i> (c)	<i>Carex flava</i> (r)
<i>E. vaginatum</i> (r)	<i>C. bicolor</i> (r)
<i>E. scheuchzeri</i> (c)	<i>C. davalliana</i> (r)
<i>Viola palustris</i> (c)	<i>Cerastium cerastioides</i> (r)
<i>Salix herbacea</i> (c)	<i>Salix purpurea</i> (r)
<i>Alchemilla pentaphyllea</i> (c)	<i>Polygonum viviparum</i> (r)
<i>Sedum villosum</i> (c)	<i>Deschampsia caespitosa</i> (r)
<i>Poa alpina</i> (c)	<i>Leontodon helveticus</i> (r)
<i>Phleum alpinum</i> (c)	<i>Selaginella selaginoides</i> (r)

Die Bohrung ergab:

0–145 cm	Dunkelbrauner Hypnaceen-Cyperaceen-Torf
145–169 cm	Tonige Gytjtja
169–200 cm	Graue Tongytjtja
200–222 cm	Bräunliche Tongytjtja
222–420 cm	Blaugrauer Ton, darunter Steinwiderstand

Zuverlässige ¹⁴C-Bestimmungen waren nur im Bereich des Torfes möglich:

B-627	63 cm	4800±120 BP
B-628	88 cm	5260±120 BP
B-629	140 cm	6740±150 BP

Das Profil ist trotz der relativen Kürze voll von Information, infolge der grossen Höhenlage aber auch problemreich. Die grosse Höhenlage hat vorerst den Vorteil, dass man allen Pollen wärmeliebender Gehölze als Fernflug bezeichnen und aus der Pollensumme ausschliessen darf (und muss, wenn man die lokalen Verhältnisse verstehen will). Das sind die Pollen von EMW, *Corylus*, *Alnus incana*, *Abies*. *Picea* muss in der Pollensumme bleiben, weil auch heute vereinzelte Fichtengrotzen in der Nähe stehen und (selten) blühen. *Pinus* können wir beim Analysieren aufteilen in *Pinus cembra*, die Arve, und *Pinus non-cembra*, Wald- und Bergföhre. Die Arve muss in der Pollensumme bleiben, weil sie unsere Lokalität sicher erreichte und ihr auch heute noch nahe kommt (ähnlich *Larix*). Bergföhre ist im Gebiete kaum zu erwarten, da die Legföhre fehlt und die aufrechte Bergföhre vorwiegend auf Kalk wächst. Da *Pinus silvestris* unsere Höhenlage wohl nirgends erreicht, können wir sie (also *Pinus non-cembra*) als Fernflug betrachten.

Die ausgeschlossenen Elemente haben auch als Fernflug grosse Bedeutung, einerseits als Zeugen dessen, was unten geschah, andererseits für die Korrelation mit der besser bekannten Vegetationsentwicklung der tiefern Lagen. Wir gliedern in folgende Diagrammabschnitte, denen wir die Alter beischreiben, die aus der Interpolation aus den drei Altersbestimmungen resultieren:

DA 1, 420–222 cm: *Pioniervegetation, obere alpine und nivale Stufe* 11 500–9400 BP

Die grosse Höhenlage hat mit aller ökologischen Härte die untern Teile des Profils beeinflusst. Ein blaugrauer feiner Seeton von 200 cm Mächtigkeit ist das Archiv der Vor- und Frühphasen des Postglazials im alpinen Bereich. Das Ende lässt sich extrapolierend mit ca. 9400 BP angeben, der Beginn muss diskutiert werden:

Der Pollengehalt ist hoch; an ein Hinunterreichen ins ältere Spätglazial ist kaum zu denken. *Pinus* erreicht am Anfang und am Ende der Phase Maxima, dazwischen ein ausgedehntes Minimum. Die beiden Maxima des Fernflugs sind mit erhöhten Werten von *Juniperus*, *Salix*, *Betula* und *Pinus cembra* gekoppelt, die *Pinus*-Minimalpartie mit reichlich *Ephedra*- und hohen *Artemisia*- und ausgesprochen hohen Caryophyllaceen-Werten (während *Rumex*, Ranunculaceen und Cyperaceen eher minimal sind). Wasserbewohnende Blütenpflanzen und Algen scheinen gefehlt zu haben. Wenn wir das wohldatierte Diagramm von Simplon-Hopschensee vergleichen, ist gegen die Zeitstellung dieses Maximum-Minimum-Maximum-Abschnittes in Alleröd/Jüngere Dryas/Praeboreal nicht viel einzuwenden.

Dann stellen wir aber mit Erstaunen fest, dass die Maxima Zeiten der massiven *Pinus*-Entwicklung in Tieflagen darstellen, das Minimum Abbild ist der schlechten und eingeschränkten Entwicklung der Föhren in den Tallagen. Das bedeutet klar, dass die klimapositiven Phasen von Alleröd und Praeboreal am Beobachtungspunkt auf 2300 m nicht imstande waren, eine reiche pollenproduzierende Lokalvegetation zur Entwicklung zu bringen. Sie hätte durch die Klimadepression der Jüngern Dryas vernichtet werden können, wodurch die Fernflug-*Pinus*-Prozente rein rechnerisch hohe Werte erreicht hätten. Wir ziehen daraus den Schluss, dass auch die Hauptmenge des NB-Pollens Fernflugpoll-

len ist, so besonders *Artemisia*, Gramineen, Chenopodiaceen. Darum scheint es uns sinnlos, sich nach den Pollenfunden die Umgebungsvegetation rekonstruieren zu wollen. Erst recht zählen auch *Juniperus*, *Betula*, *Ephedra* und *Hippophaë*, selbst in den positiven Phasen von Alleröd und Praeboreal, zum Fernflug. Damit ist nicht gesagt, dass der Ursprungsort dieses Pollens sehr weit entfernt oder sehr tief in den Tälern zu suchen war. Er mag wenige hundert Meter tiefer gelegen haben. Ihn möchten wir als Nahflug i.w.S. bezeichnen, und wir haben ihn deshalb, weil man ihn nicht leicht abtrennt, mit dem Lokalpollen vereinigt dargestellt.

Uns scheint, dass der Tümpel in 2300 m Höhe im Alleröd schnee- und eisfrei wurde, während der Daun-Egesen-Stadien der Jüngern Dryas nicht mehr eisbedeckt war, hingegen reichlich feinen Ton aus der vegetationsarmen Umgebung empfing. Dass nicht gröberes Sand- und Kiesmaterial eingelagert wurde, spricht allerdings doch für eine festigende Pioniervegetation, wenn nicht etwa Schneebedeckung und Bodengefrorenis die Erosion hemmten. Als Pionierarten waren wohl vorhanden: Gramineen, Cyperaceen, Caryophyllaceen, *Saxifraga* und einige Lichtliebende wie *Helianthemum*, Compositae, *Scabiosa*, *Centaurea scabiosa*, zusammengenommen mit sehr geringer Lokalpollenproduktion.

DA 2, 222–170 cm: *Bildung der alpinen Rasenstufe, Vegetationsschluss* (9400–7600 BP)

Die Sedimentansprache bei der Bohrung entspricht völlig der Vegetationsentwicklung: Im Moment, wo unten im Tal *Corylus* und EMW aufkommen und ihre (bescheidenen) Maxima erreichen, treten Pediastron als Zeugen guter Klarwasser-Algenvegetation auf, sind durch Vögel *Sparganium angustifolium* und *Potamogeton (helveticus?)* in den Tümpel verschleppt worden und haben sich üppig entwickelt, sind Birken und Lärchen eingewandert (Spaltöffnungen!) und begannen, mit der sich ordentlich verbreitenden Arve, den heutigen alpin-subalpinen Höhengürtel aufzubauen. Den wenigen Weiden (wohl meist Spalierweiden) und ersten vereinzelt *Juniperus nana*-Sträuchern gesellen sich Kuscheln von *Pinus cembra* bei. In der Krautvegetation, die noch weitaus dominiert, treten Farne, Selaginellen, Compositen, Rosaceen, Plantagines, *Rumex*, die Hochstauden *Geranium*, *Veratrum* und *Thalictrum* (wohl *aquilegifolium*) stärker hervor. Die ferntransportierten Artemisien und Chenopodiaceen als Kältesteppelemente verschwinden, haben ausgedient: die Kältesteppe im eiszeitlichen Sinn ist eine Weile (bis etwa um 8000 BP) nach oben ausgewichen und ist dann ausgestorben (wie vielleicht gewisse Tierformen).

DA 3, 170–145 cm: *Bildung der subalpinen Waldgrenzvegetation* (7600–7000 BP)

In dieser relativ kurzen Phase (wenn die Radiokarbondatierungen richtig sind!) erobert der EMW im Tal einen Siebentel der Waldfläche, breitet sich in 2300 m Höhe um das Moor des Mont Carré die Arve licht, doch so mächtig aus, dass der beachtliche BP-Wert von 80% erreicht wird. Die pionierhafte Lärche wird zurückgedrängt; die Birke behält ihre Bedeutung als Bachbegleiterin. Von den Kräutern zu sprechen, ist fast überflüssig. Einige Hochstaudentypen sind nachweisbar. Der Tümpel wird seicht. *Batrachium* (*Ranunculus aquaticus*-Typ) wuchert im Tümpel, *Equisetum (fluviale?, palustre?)* hat den Schlammboden erobert. In den hochmontansubalpinen Wäldern sind die Weisstannen in Einwanderung begriffen.

DA 4, 145–95cm: *Stabilisierte Waldgrenzvegetation* (7000–5500 BP)

Das Absinken des *Pinus non-cembra*-Fernflugs im vorigen Abschnitt bedeutet wohl ein Erstarren der lokalen Pollenproduktion. Wenn nun in diesem Abschnitt der *Pinus non-cembra*-Fernflug einen minimalen Wert erreicht und beibehält, so bedeutet das die Erreichung eines Gleichgewichts-Dauerzustandes zwischen Pollenproduktion im Tal und auf 2300 m Höhe.

Breite menschliche Rodungen und Kultureingriffe sollten in dieser Phase noch keine Rolle gespielt haben. Es handelt sich eher um ein biologisches Gleichgewicht, das freilich \pm konstante klimatische Verhältnisse (und eine stabilisierte Bodenbildung) voraussetzt.

Dieser Gleichgewichtszustand des Pollenfernflugs bei ca. 80% Fernflugpollen und 100% Lokalpollen ist nicht zufällig, sondern hat für diese Zeit und diese Lokalität einen bestimmten Aussagewert: die Ortsvegetation ist trotz einem *Pinus cembra*-Wert von 60% noch recht offen. Das BP-Prozent von 75% bedeutet demnach, nach Ausscheiden des Tal-Ferntransports, lichte Waldgrenzsituation, um so mehr als zusätzlich zu bedenken ist, dass der Nahflug aus wenigen hundert Metern unterhalb der Bohrstelle nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Berglehne auf 2300 m Höhe zeigt gute Hypnaceen-Cyperaceen-Torfproduktion am Tümpel (ca. 0,33 mm/Jahr und dementsprechend ausgezeichnete Pollenerhaltung), eine Menge von Hochstaudenelementen (*Dryopteris filix-mas*, *Centaurea rhaetica*, *C. scabiosa*, *Cirsium*, *Geranium silvaticum*, *Veratrum album*, Umbelliferae), dazu eine gewisse Verstrauchung durch *Salices*, *Lonicera* (wohl *coerulea*), *Juniperus nana* und die ersten sichern *Alnus viridis*. Von Bedeutung sind die ersten Spuren von Ericaceen, besonders *Vaccinium*, als Zeichen der Bodenbildung (der Rohhumusbildung). Dass gleichzeitig in tiefern Lagen *Abies* und *Picea* stärker hervortreten, macht uns aufmerksam, dass der festgestellte Gleichgewichtszustand kein bloss biologisches Gleichgewicht darstellt, sondern einen klimatischen Förder- und Bremszustand.

DA 5, 95–45 cm: *Die Degradation beginnt* (5500–4500 BP)

In den Tälern haben sich die Neolithiker eingenistet, bodengünstige Eichen- und Ulmenstandorte gerodet und die Getreidekultur im kleinen begonnen. An der Wende Neolithikum/Bronzezeit nimmt sogar der *Artemisia*-Fernflug auf 2300 m deutlich zu! Was geschah in der Höhe? Das Vieh weidete sommers (und winters?) in den Wäldern. Die Wälder

lichteten sich stellenweise. In den Bergwäldern breitete sich mehr und mehr die Fichte aus, in sehr schattigen und in Nebellagen *Abies*, ohne wahrscheinlich noch die Höhe von 2300 m zu erreichen. Um die Bohrstelle geht die Hochstaudenvegetation auffällig zurück, breiten sich einige lichtliebende Kräuter aus (*Helianthemum*, *Gentiana campestris*, *Valeriana tripteris*), wird die Vegetation saurer Böden verstärkt durch *Rhododendron ferrugineum* und *Athyrium filix-femina*. Durch die leichte Lichtstellung des Tümpels (Arven-Rückgang, leichte Grünerlenzunahme), vielleicht eine mässige Stickstoffzufuhr, erfährt die Cyperaceenpollenmenge eine starke Zunahme, vielleicht unterstützt durch Wasserstauung (*Sparganium angustifolium*). Der Jahreszuwachs des Torfes steigt auf 0,5 mm.

DA 6, 45–20–0 cm: *Nutzung und Verheidung der subalpin-alpinen Vegetation, Stillstand des Torfwachstums* (4500–? BP)

In den Tälern verschwindet der Warmwald der bessern Böden fast ganz, geht sogar die genügsame Waldföhre kräftig zurück (z.T. wohl durch Waldbrände), blüht die Getreidekultur, kommt die Obstkultur hoch (*Juglans*), werden soviel *Artemisia*-Felsensteppe- und Spitzwegerich-Pollen produziert, dass sie bis über die Waldgrenze hinauf feststellbar sind. Während auf 2300 m die Arven dezimiert werden, steigt *Picea* bis zur Waldgrenze auf, setzt die starke Verheidung der Waldgrenzgebiete ein, führen Beweidung und Düngung zu starker Entwicklung von *Plantago alpina*, lässt die Zunahme von *Alnus viridis* auf höhere Schneefälle und verstärkte Lawinentätigkeit schliessen. Im Moor geht die luxurierende Cyperaceen-Vegetation zurück, kommt es zu Wachstumsstillständen, vielleicht auch künstlichen Eingriffen zur Verbesserung des Wasserablaufs. Das heutige Moor ist ein gemischter und gestörter Stillstandskomplex, der über die letzten 2000 Jahre jede Information versagt.

Vergegenwärtigen wir uns die festgestellten Etappen der Vegetation und des Profilaufbaus nach Profiltiefe, Material und Alter nochmals:

Tiefe		Material	Alter
0– 45 cm	Nutzung und Verheidung der subalpin-alpinen Vegetation, Stillstand des Torfwachstums	(wenig) Torf oder fehlend	4500– 0 BP
95– 45 cm	Degradation beginnt	Cyperaceen-Torf	5500–4500 BP
145– 95 cm	Stabilisierte Waldgrenzvegetation	Hypnaceen-Cyperaceen-Torf	7000–5500 BP
170–145 cm	Bildung der subalpinen Waldgrenzvegetation	Tonige Gytta <i>Batrachium</i>	7600–7000 BP
222–170 cm	Bildung der alpinen Rasenstufe, Vegetationsschluss	Tongyttja, <i>Sparganium</i> , <i>Potamogeton</i> , Algen-Seelein	9400–7600 BP
420–222 cm	Pioniervegetation, obere alpine und nivale Stufe	Blauer Ton, Klarsee	11500–9400 BP

Schicksal und Einmaligkeit dieses ausgewählten Punktes an der Waldgrenze werden uns erschütternd bewusst. Man muss diese Geschichte kennen, wenn man heute jene Landschaft betrachtet, als Botaniker, als Naturschützer, als Mensch.

4.8 Oberwallis, Aletschgebiet

Es ist wohl kein blosser Zufall, dass das Gebiet des frühern Aletschgletschers eine Reihe von Moorobjekten aufweist, die in recht verschiedener Höhe liegen. Schuld daran sind die kompakten, undurchlässigen Granite und Gneise des Aarmassivs, die vom Aletschgletscher geschliffen, ausgekolkt und abgedichtet wurden.

Diese Moorobjekte bieten die Möglichkeit ausgiebiger historischer Höhenstufen-Vegetationsforschung. Zudem offeiert der Aletschgletscher als grosser und langer Alpengletscher interessante glazialhistorische Probleme und Informationen.

Topographisch liegt der heutige Aletschgletscher in einer tektonisch vorgebildeten karähnlichen Rinne (als eigentliche Karpantie kann der Konkordiaplatz betrachtet werden). Talwärts läuft diese Rinne in ein vielgestaltiges und vom Gletscher überarbeitetes Rundhöckergebiet aus mit eindrucklichen Steiflanken und drei Durchtalungen (der Massaschlucht, dem Blindtälli und der Chelchbach-Talung).

In diesem Gebiet liegen zwei ausgezeichnete Moorablagerungen, die wir untersuchten: Bitsch-Naters im Rundhöckergebiet und Eggen hinter der wundervoll erhaltenen Seitenmoräne des Aletschgletschers, 1,5 km nördlich Blatten. Innerhalb des Aletschwaldes bot sich an der steilen Nordflanke des Kammes Riederhorn-Hohflue-Moosflue-Eggishorn nur ein einziges kleines Moor für die Untersuchung. In der weitem Umgebung wurde im Osten ein Moor auf der Greicheralp angebohrt, wurden im Westen kleine Quellsümpfe auf Belalp und im Alpegebiet Bodmen auf die Möglichkeit geprüft, klimageschichtliche Informationen zu gewinnen.

Zur Orientierung und Veranschaulichung der Lage der drei Hauptobjekte wurden vier Querprofile durch das heutige und ehemalige Aletschgletschergebiet gezeichnet und in Fig. 3 gestaffelt hintereinander dargestellt. Die Gletscherstände, die den klassischen «Daun»-Moränen (vermutlich der Egesen-Moräne der Österreicher) im Aletschwald und bei Eggen entsprechen, wurden eingezeichnet und auf das Vorgelände extrapoliert. Der rasche Eisschwund bis auf die Zeit um 9000 BP (7000 v. Chr.) wurde durch senkrecht Schraffieren angedeutet. Soweit bekannt, folgen darunter die historischen Stände von 1850 n.Chr., 1957 und 1970. Fig. 3 soll zugleich die Ergebnisse unserer Untersuchungen veranschaulichen und kritisch diskutieren helfen.

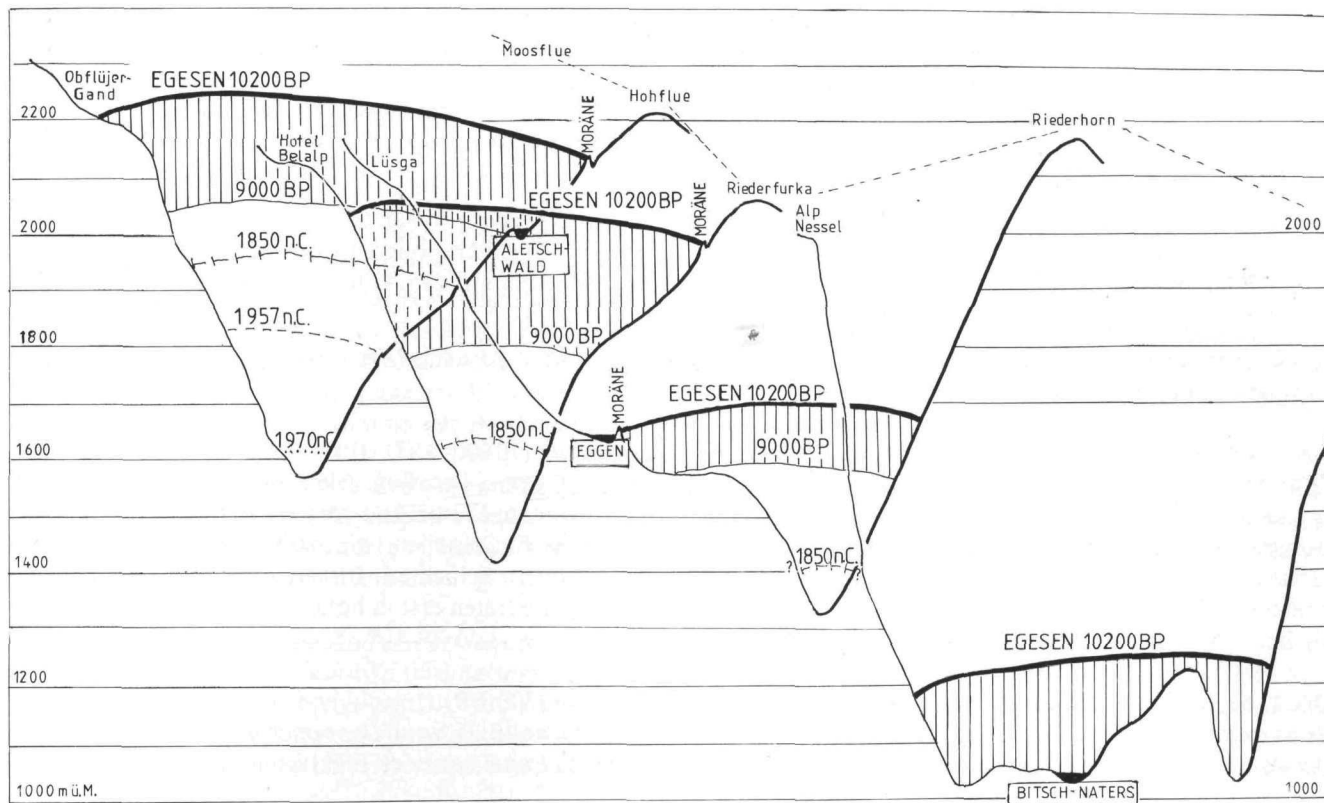


Fig. 3. Lage der drei Hauptdiagramme im Vorgelände des heutigen Aletschgletschers: Bitsch-Naters auf 1030 m, Eggen auf 1650 m und Aletschwald auf 2015 m ü.M. – Die vier Querprofile haben von oben nach unten folgende Abstände (in der tiefsten Rinne gemessen): 1/2 2 km, 2/3 1,25 km, 3/4 1,2 km. – Die Tiefen sind im Verhältnis zur Breite des Querprofils 2,5fach überhöht.

Diagramm 25: Moor Bitsch-Naters, 1030 m ü.M.

Die Entdeckung des ersten und tiefstgelegenen Moores ist reiner Zufall. Anlässlich einer Exkursion im April 1945 entdeckte ich das Objekt in vollem maschinellem Torfabbau. Eine sofort erfolgte Bohrung förderte 650 cm Torf. Mit Kriegsende erlahmte die Torfausbeutung, freilich zu spät, um Wesentliches zu retten. Im September 1956 führte ich zusammen mit Otto Hegg eine zweite (und letzte mögliche) Bohrung durch. Seither ist die vom Gletscher zwischen Rundhöckern ausgekolkte Mulde gänzlich ausgeräumt und in einen kleinen See verwandelt worden. Dieser See misst heute 160 m in der Länge und 60 m in der Breite.

Das Objekt, das sich auf der Landeskarte 1:25000 beim Namen Bitschji findet, liegt nur 800 m westlich der tiefen nord-süd-gerichteten Massa-Schlucht. Parallel zu dieser verläuft 500 m westlich unseres Objekts der Chelchbach durch eine breitere und flachere (tektonische) Talung. Entsprechend dem Streichen und westwärts Tauchen des Aarmassivs ist das Berg- und Felsgebiet zwischen Massa und Chelchbach vom Aletschgletscher in SW-Richtung tief durchfurcht, so dass die Landschaft zwischen Naters und Blatten gestaffelt und gekammert ist und unübersichtlich erscheint. Auf dem reichgegliederten Granit- oder Gneissfels fließen kleine Bächlein mit Erlen-, Eschen-, Ulmen- und Haselbeständen hart neben trockenen sonnoffenen Rundbuckeln, die in kleinen Komplexen den ganzen Florenreigen saurer Felsensteppe tragen: *Festuca varia*, *F. vallesiaca*, *Poa carniolica*, *Melica ciliata*, *Stipa capillata*, *Koeleria gracilis*, *Andropogon ischaemum*, *Carex liparocarpos*, *C. humulis*, um nur die Grasartigen zu nennen. In den Mulden liegen gedüngte Futterwiesen (meist Heuwiesen), selten Äckerchen.

Die Bohrung förderte ein eher eintöniges Tiefenprofil:

0–105 cm	Cyperaceentorf, stellenweise tonig, zwischen 60 und 80 cm sandig
105–180 cm	Cyperaceentorf mit wenig <i>Sphagnum</i>
180–330 cm	Erlenbruchtorf
330–590 cm	Grobdetritus-Gyttja (mit Quarzsplitterchen bei 375 und 455 cm, mit Kohlespuren bei 480 und 495 cm)
590–602 cm	Leicht tonige Gyttja
602–616 cm	Tongyttja
616–628 cm	Sandiger Ton, darunter Steine

Das Profil wurde 1957 anlässlich der quartärbotanischen Tagung in der Schweiz (vgl. Welten 1958) im neuerrichteten Radiokarbonlaboratorium in Bern provisorisch datiert (vgl. Date List I und II von Bern, 1959 und 1961, Radiocarbon). Nach Vornahme zweier Ergänzungsmessungen betrachten wir heute folgende Altersangaben für zuverlässig:

B-197	Tiefe: 135 cm	1000±120 BP
B-196	235 cm	1740±200 BP
B-73	365 cm	2600±130 BP
B-195	432 cm	4170±120 BP
B-2767	465 cm	5280± 90 BP
B-2768	535 cm	7420±160 BP

Die Alterskurve läuft fast linear durch das Profil mit rund 0,7 mm Zuwachs pro Jahr, so dass man sie am untern Ende bis an den Anfang der Gytta-Ablagerung bei 616 cm linear zuverlässig extrapolieren kann und dort den Alterswert 9700 BP, an der Profilbasis 10000 BP erhält, der sich ausgezeichnet deckt mit dem konventionellen Wert des Praeborealbeginns (10200 BP).

Wir gliedern das Diagramm für die Beschreibung in folgende Diagramm-Abschnitte (DA) (die Altersangaben sind interpolierte und extrapolierte Werte).

DA 1, 628–616 cm: *Gehölzfreie Pionierphase nach Gletscherrückzug* (10000–9700 BP)

Eine *Artemisia-Ephedra-Thalictrum*-Chenopodiaceen-Phase mit viel *Pinus*-Fernflug. Die Phase ist relativ kurz, weil es sich hier ja nicht um eine spätglaziale Erstbesiedlung handelt. Mit dem Eisrückzug vom Bohrpunkt stürzt sich die Umgebungsvegetation des Praeborealbeginns in das Neuland. Einige Einzelpollen (wie *Abies*, *Corylus*, *Alnus*) sind offensichtlich durch den Bohrer (Hiller) verschleppte Körner aus höhern Schichten. Birken- und besonders Föhrenpollen sind in diesem Abschnitt Sekundärpollen aus der Umgebung; sie treten erst in höhern Diagramm-Abschnitten als Besiedler des Neulandes auf.

DA 2, 616–602 cm: *Hippophaë-Betula-Strauch-Pionierphase* (9700–9300 BP)

Es ist eindrücklich, wie die nassen Rohböden plötzlich von *Rumex (scutatus?)*, von *Hippophaë* und gleich danach von *Betula* besiedelt werden, der Schmelzwassertümpel von *Pedastren*. *Pinus* hat noch nicht Fuss gefasst.

DA 3, 602–590 cm: *Allgemeine Verstrauchung, Vorwaldphase* (9300–9000 BP)

Hippophaë bleibt wohl auf sandig-kiesige Uferbänke beschränkt; möglicherweise sind aber jetzt die Schmelzwassergerinne selten geworden. *Juniperus* nimmt vielleicht erst jetzt kiesige und felsige Standorte im Bitschji-Tälchen ein. Die Pappel (sicher *Populus tremula*) charakterisiert dieses Vorwaldstadium bestens, ohne freilich zu dominieren. Erle und Hasel wandern kräftig in die sonnig-feuchte Berglandschaft ein. Die Pollenproduktion wird in dieser Vorwaldphase so gross, dass sie den *Pinus*-Nah- und Fernflug übertrifft und *Pinus* vorerst absinkt. Die aufsteigende Kurve der lokal einwandernden *Pinus* erreicht offenbar am Ende dieses DA bei 590 cm so hohe Werte, dass sie die Ferntransportkurve schneidet, resp. ablöst. Danach zu urteilen ist die Föhre an der Lokalität eben gerade sesshaft geworden.

DA 4, 590–565 cm: *Herausbildung des Standorts- und Gesellschaftsmosaiks* (9000–8300 BP)

Die Gehölzflora vermehrt sich um *Ulmus scabra* und *Quercus* (wohl *robur* und *petraea*), dazu wenig *Tilia* und *Acer (pseudoplatanus)*. Die anspruchsvollern Gehölze nehmen die bessern Böden in Beschlag. Den Birken und Erlen bleiben die feuchtern Standorte, wohl auch den Zitterpappeln. *Pinus* erobert sonnige Hangfüsse und Felsspalten. *Viscum* profitiert von dieser z.T. serbelnden Massenausdehnung. Grosse Teile der gletschergeschliffenen Rundhöcker blieben ± frei von höherer Vegetation (*Artemisia campestris*, *Helianthemum*, *Fumana*, *Sempervivum arachnoideum*. Moose, Flechten).

DA 5, 565–520 cm: *Ringens um die Klimax-Dominanz Quercus/Pinus* (8300–6900 BP)

Im obern Drittel des DA gewinnen *Quercus* und *Pinus silvestris* die Oberhand und drängen ihre vielen Konkurrenten auf Spezialstandorte, deren es freilich in diesem topographisch vielgestaltigen Gebiet auch heute noch viele gibt. Gleichzeitig sind offenbar die Niederschlagsverhältnisse günstiger geworden, hat doch die Weisstanne in der Gegend, vielleicht sogar sehr nah, Fuss gefasst. Im Seelein siedelten sich *Nymphaea* und *Potamogeton* an, am Rand *Sphagnum*. An Ulmen und an feuchten Felsen kletterte *Hedera* empor und blühte. *Viburnum* (wohl *lantana*) stiess zur Warmstrauchflora. Die Linde gedieh ordentlich. Die Esche breitete sich aus.

DA 6, 520–370 cm: *Als Nutzniesser und Konkurrent tritt der Mensch auf* (6900–2700 BP)

Sehr früh und kleinrämig gesellten sich der Mensch und sein Vieh dieser Vegetation bei. Brandspuren bei 495 und 480 cm, mehrfache Getreidespuren oberhalb 450 cm (ca. 3000 v. Chr.), noch deutlicher die häufigen *Betula*-Gipfel und *Alnus*-Dominanzen und die bewegte *Quercus*-Kurve dokumentieren Eingriffe, reversible Störungen. Erste Unkrautpollen treten auf. *Urtica* ist reichlich da. Wohl möglich, dass *Abies* im schattigen, schluchtartigen Trockentälchen Fuss gefasst hat, im obern Teil des DA erste *Picea* (um 4100, evtl. erst um 3300 BP). Im grossen hat aber die Landschaft den Charakter des im vorigen DA erreichten Klimaxzustandes behalten (Neolithikum und Bronzezeit, frühe Eisenzeit).

DA 7, 370–330 cm: *Gezielte Rodung: Pinus verschwindet, Quercus wird dezimiert* (2700–2400 BP)

In der Jüngern Eisenzeit fällt der Mensch brutal über die Gehölzvegetation herein: *Pinus* wird fast völlig vernichtet,

Quercus geht um einen Drittel zurück, Birken und Erlen (*Alnus incana*) beherrschen das Gehölzbild. Die Landschaft verstraucht: überall Weiden und Pappeln, an trockenen Lehnen *Juniperus communis*. *Picea* gewinnt mehr und mehr an Bedeutung, erreicht aber erst 10% der Pollensumme. Im Seelein verschwinden die *Pediasiren*, deuten *Typha latifolia* und *Potamogeton* auf nährstoffreicheres Wasser und Verlandung. Zunahme von Gräsern und häufiges Auftreten von *Plantago lanceolata* sprechen für Gras- und Weidewirtschaft. Vielleicht ist auch Laubgewinnung und -fütterung stark aufgekommen.

DA 8, 330–180 cm: *Extensive Kultur, Teichverlandung* (2400–1350 BP = 400 v. Chr.–600 n. Chr.)

Am Wasser entwickeln sich dichte Grauerlenbestände, stellenweise üppige *Urtica*-Hochstauden, anderwärts *Sphagnum*-Rasen. *Dryopteris austriaca* und *Athyrium filix-femina* deuten zunehmende Versauerung an, noch stärker *Calluna* und die *Picea*-Zunahme (bis 20%). Die Kulturen weisen fast nur *Hordeum* und *Triticum*, selten *Avena* auf (\pm ohne *Secale*). Auffällig ist die reichliche Nussbaumkultur. Ob *Vitis*-Anbauversuche gemacht wurden, oder ob es sich um Fernflug handelt (oder gar um *Vitis silvestris*), ist kaum zu entscheiden. Das häufige Auftreten von *Hippophaë* könnte als Begleiterscheinung der Bewässerungskultur aufgefasst werden.

DA 9, 180–115 cm: *Verstärkte Rodung und Kulturen* (1350–750 BP = 600–1200 n. Chr.)

Der Ackerbau kommt mächtig auf: neu wird auch *Secale* angebaut, *Centaurea cyanus* erscheint als Getreideunkraut, *Artemisia campestris* (und andere Arten?) findet gute Standorte. Die Graswirtschaft wird ausgedehnt. Die Verheerung durch *Calluna* nimmt überhand.

DA 10, 115–0 cm: *Heutige Kultur-Parklandschaft* (750–0 BP = 1200 n. Chr. bis heute)

Grasfutterbau und Getreideanbau (viel *Secale*) erreichen ein Maximum und drücken den Gehölzpollen auf 25% herunter (Ferntransport eingeschlossen!). Wald gibt es nicht mehr, doch überall stehen Einzelbäume und Strauchsäume mit Hochstauden, bei den punktförmigen Siedlungen Nussbäume. Ulmen, Eichen (z.T. Eschen) sind fast ganz verschwunden. Bewässerungskulturen. In den letzten Jahren konzentriert sich auch der Mensch mehr auf die Dörfer.

Stellen wir die Entwicklungsstufen dieser eigenartigen Landschaft übersichtlich zusammen:

Tiefe		Material	Alter
0–115 cm	Heutige Kultur-Parklandschaft	(See, ausgebagert) sandiger Torf	1200 n. Chr. bis heute
115–180 cm	Verstärkte Rodung und Kulturen	Moostorf	600–1200 n. Chr.
180–330 cm	Extensive Kultur, Teichverlandung	Erlenbruchtorf	400 v. Chr. bis 600 n. Chr.
330–370 cm	Gezielte Rodung: <i>Pinus</i> verschwindet, <i>Quercus</i> wird dezimiert	Wäss. Torfdetritus	700 v. Chr. bis 400 v. Chr. = 2700–2400 BP
370–520 cm	Als Nutzniesser und Konkurrent tritt der Mensch auf	Grobdetritus-Gyttja	6900–2700 BP
520–565 cm	Ringens um die Klimax-Dominanz <i>Quercus/Pinus</i>	Detritus-Gyttja	8300–6900 BP
565–590 cm	Herausbildung des Standorts- und Gesellschaftsmosaiks	Detritus-Gyttja	9000–8300 BP
590–602 cm	Allgemeine Verstrauchung, Vorwaldphase	Tonige Gyttja	9300–9000 BP
602–616 cm	<i>Hippophaë-Betula</i> -Strauch-Pionierphase	Tongyttja	9700–9300 BP
616–628 cm	Gehölzfreie Pionierphase nach Gletscherrückzug	Sand, Ton	10000–9700 BP

Diagramm 26: Eggen ob Blatten, 1645 m ü.M.

1,5 km nördlich Blatten (1223 m) liegt die Alpstafelgruppe von Eggen (1649 m) wie ein Schwalbennest an den Steilhang gebaut. Der aus der Enge der Massaschlucht gegen Blatten überbordende Aletschgletscher hat hinter dem einengenden Bergrücken unter dem Hotel Belalp (2130 m) plötzlich sehr viel Platz vor sich gesehen und vor die konkave Seite des steilen (Lee-)Hangs eine gewaltige Seitenmoräne aufgeschüttet. Der Raum zwischen Moräne und Steilhang war vorerst Auffangbecken für Steinschlag, Hangabwitterung, Lawinenschnee, Schmelzwasser. Nach dem Abschmelzen des Aletschgletschers und Festigung der Hänge durch Vegetation bildeten sich rasch ein kleiner See und bald ein Moor. Diese kleine Ebene hat heute eine Länge von 170 m und eine Breite von 100 m, ist \pm trockengelegt, trägt Grasland, trug bis vor kurzem noch kleine Äcker. Am Hangfluss des Ostendes haben alle Alpenossen ihre Stafel errichtet, die ein malerisches Alpdörfchen bilden. Westwärts entwässert sich das kleine Moor. Es wird von einer Bisse (Bewässerungsgraben) durchzogen.

Im westlichen Teil der Sumpfebene findet man als Reste ehemaliger Sumpfvegetation noch:

Carex fusca
C. echinata
C. canescens
Juncus filiformis
Luzula multiflora

Ranunculus aconitifolius
Viola palustris
Lychnis flos-cuculi
Deschampsia caespitosa
Potentilla erecta

Im September 1956 brachte ich zusammen mit Otto Hegg eine erste Bohrung ungefähr im Zentrum der kleinen Sumpfebene nieder. Sie ergab in grossen Zügen:

0-314 cm	Torf, oberhalb 70 cm stark zersetzt, bei 70-106 cm mit grobsandiger Einschwemmung
314-331 cm	Braune Gytija, bei 320 cm Arvennüsschen
331-390 cm	Braungraue, tonig-sandige Gytija

Die ^{14}C -Datierungen ergaben eine gute Reihe:

B-201	60 cm tief	2500 \pm 100 BP	Date List Bern	II (1961)
B-970	115 cm	3490 \pm 120 BP		VII (1970)
B-200	140 cm	3970 \pm 110 BP		II (1961)
B-199	217 cm	5250 \pm 80 BP		III*(1963)
B-971	290 cm	5840 \pm 120 BP		VII (1970)
B-198	320 cm	7080 \pm 120 BP		II (1961)

Die Extrapolation der glatten Kurve nach unten landet beim Profilende bei 390 cm fast genau bei 10200 BP, also am Anfang des Praeboreals. Da aber der Extrapolationsabschnitt 60 cm tonige Gytija umfasst, ist der Extrapolationsbeitrag von 3000 Jahren unsicher.

Ich beschaffte mir zusammen mit Ruben Sutter im September 1971 ein neues Profil, nahe dem alten Bohrpunkt, 40 m nördlich des Moränenfusses. Der obere Teil 0-182 cm wurde durch Grabung gewonnen, der untere Teil bis 232 cm mit einer einzigen Kanne des Hillerbohrers. Nach dem Ergebnis von Sondierbohrungen im Moor wurde der untere Teil einem Profil entnommen, das nur 20 m von der Moräne entfernt lag (200-415 cm). Die Stratigraphie war folgende:

a) 40 m von der Moräne entfernt:

0- 49 cm	Kompakter, schmieriger Flachmoortorf, Holzkohleschichten bei 36 und 48 cm
49- 88 cm	Kies-Sand-Schicht mit Blöcken von 10-50 cm Durchmesser
88-232 cm	Dunkler, z.T. zersetzter Flachmoortorf (im Diagramm nur bis 207 cm verwendet)

b) 20 m von der Moräne entfernt:

200-210 cm	Heller Moostorf
210-276 cm	Dunkelbrauner Grobdetritus
276-305 cm	Heller Moostorf
305-337 cm	Schwarze Gytija mit Holz bei 322 und 342 cm
337-355 cm	Gytija mit wenig Grobsand bei 338 cm und wenig Sand-Kies bei 346-355 cm
355-370 cm	Gytija mit Holz bei 365 cm
370-415 cm	Tongytija mit abwärts immer mehr Sand und Kies, Steinwiderstand

Dieses neue Profil wurde mit Probeabständen von nur 5 cm untersucht und abermals ^{14}C -datiert:

B-2546	36 cm	2490 \pm 100 BP
B-2547	48 cm	2840 \pm 110 BP
B-2548	92 cm	4080 \pm 100 BP
B-2572	107 cm	3850 \pm 140 BP
B-2591	149 cm	2730 \pm 100 BP *
B-2573	181 cm	5490 \pm 140 BP *
B-2550	230 cm	5190 \pm 120 BP
B-2551	250 cm	5630 \pm 110 BP
B-2552	280 cm	6080 \pm 100 BP
B-2553	311 cm	7070 \pm 100 BP
B-2554	330 cm	7360 \pm 130 BP
B-2555	360 cm	8890 \pm 220 BP

*Diese zwei Proben fallen gänzlich aus der sonst sehr guten Reihe. Sie fallen in die Zeit Neolithikum/Bronzezeit. Es ist kaum auszumachen, ob natürliche oder künstliche Einflüsse an der Störung schuld sind. Durch die *Drosera*-Vorkommen ist sicher, dass der Torf an dieser Stelle raschwüchsig und wässrig war.

Der untere Teil der Datierungsreihe reicht wesentlich weiter zurück als im Profil 1956. Über dieses tiefste Datum von 8890 BP kann man zuverlässig um 55 cm abwärts extrapolieren und erhält (nochmals!) sehr präzise den Beginn des Präboreals (ca. 10200 BP).

Im Pollendiagramm Eggen ist es nach unsern Erfahrungen nicht möglich, wesentliche Bestandteile als Fernflug aus der Pollensumme auszuschneiden. Wir befinden uns an einer mindestens so kritischen Stelle der Stufenentwicklung wie beim Diagramm Pillon. Zudem liegt Eggen etwas tiefer und an einem Sonnenhang, auch in einer Gegend, deren Stufengrenzen eher höher liegen. Wir gliedern in folgende DA:

DA 1, 415-375 cm: *Präboreale Pionierphasen nach Gletscherrückzug* (10000-9200 BP)

Der Abschnitt wird gut charakterisiert durch ordentlich viel *Artemisia* und *Rumex* (mit Gramineen), durch recht viel *Juniperus*, konstantes Auftreten von *Hippophaë* und viermalige Feststellung von *Ephedra*. Dass im Wasser des abgedämmten Seeleins bereits *Potamogeton* auftritt, am Ufer *Filipendula ulmaria*, am Sonnenhang *Centaurea jacea* und

Lilium martagon, spricht einerseits für eine rasche Besiedlung eines bevorzugten Standortkomplexes (ausserhalb der Moräne!), andererseits vielleicht doch auch dafür, dass der Gletscherrückzug am Sonnenhang schon vor dem klassischen Datum 10200 BP eingesetzt hatte. In Auswertung der Spaltöffnungen von *Juniperus* und *Pinus*, die sich von der Basis des Profils an stets finden, wird man annehmen müssen, dass kurz nach 10000 BP auf 1645 m Höhe *Juniperus* und *Pinus silvestris* (neben *Betula*), vielleicht sogar *Pinus cembra* in Einzelexemplaren, lebten und blühten, während *Abies*, *Larix* und *Alnus* als Fernflugpollen aufzufassen sind (*Picea* eher als Bohrverschleppung).

DA 2, 375–360–340 cm: *Waldgrenzvegetation mit der ersten negativen Klimaschwankung* (360–340 cm) (9200–8400–8000 BP)

Zu den Sträuchern *Hippophaë*, *Juniperus*, *Betula*, *Salix* erreichen *Lonicera*, *Alnus incana* (und wohl auch *Alnus viridis*) und *Corylus* die Lokalität Eggen. *Ulmus*, *Quercus* und *Abies* scheinen auf Ende des DA schon recht nahe gerückt zu sein. In diesem Zeitpunkt bilden *Pinus silvestris* und *Pinus cembra* ordentlich geschlossenen Wald. Bei 355 cm (ca. 8600 BP) ist eine erste negative Klimaschwankung angedeutet.

DA 3, 340–300 cm: *Föhren-Arven-Weisstannen-Wald* (8000–6700 BP)

Wohl als Folge eines niederschlagsreicheren und luftfechteren Klimas entwickelt sich ein ungewöhnlicher Wald aus Waldföhre, Arve, Lärche und *Abies*. Alle vier sind durch Spaltöffnungen gesichert, die Arve im Profil 1956 durch einen Arvensamen um 7080 BP. *Abies* erreicht am Ende des DA 24% der PS. An Laubgehölzen waren eingestreut *Betula*, *Alnus* (inkl. *A. viridis*), *Corylus* und einige EMW-Elemente.

DA 4, 300–280–265 cm: *Zweite negative Klimaschwankung und Regeneration* (6700–6100–5800 BP)

Betula-, *Alnus*- und *Pinus*-Anstieg am Ende des DA lassen eine Regenerationsphase vermuten. Die reichhaltige Kraut- und Hochstaudenvegetation der NBP-Phase (mit Ericaceen und *Calluna*) lässt keinen Zweifel übrig, ob es sich um Waldgrenzverhältnisse handelte. *Picea* ist im Gebiet, doch kaum an der Lokalität angelangt.

DA 5, 265–238 cm: *Arven-Weisstannen-Wald* (5800–5300 BP)

Abies erreicht 33%, *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Acer* und *Fraxinus* erreichen nahezu ihre postglazialen Maxima mit total 9%.

DA 6, 238–220 cm: *Dritte negative Klimaschwankung* (5300–5100 BP)

Fast alle anspruchsvolleren Elemente gehen stark zurück: *Abies* auf 7%, EMW auf 2,5%, BP von 90 auf 60%. Selbst *Pinus cembra* und *Larix* zeigen deutliche Rückschläge. Auch das Cyperaceen-Prozent weist ein Minimum auf. Es muss sich um einen starken Klimarückschlag gehandelt haben.

DA 7, 220–133 cm: *Lärchen-Arven-Tannen-Wälder mit mehreren Klimaschwankungen* (5100–4300 BP)

Hier erkennen wir die stärkste postglaziale Lärchen- und Arven-Entwicklung auf Eggen. Mässig schleicht sich *Picea* ein, doch ist *Abies* mit 20–30% immer noch sehr gut vertreten. Auffällig tritt vorübergehend *Acer pseudoplatanus* stärker hervor, ob im Zusammenhang mit Kultureinflüssen? (4500 BP). Einige negative Diagrammausschläge sind nicht durchgehend mit solchen anderer Elemente korreliert.

DA 8, 133–88 cm: *Picea wird Waldgrenzbaum* (4300–3800 BP)

Die Phase ist unruhig, evtl. zweiteilig: ein rauherer älterer Abschnitt mit bis 44% *Picea* und ein milderer oberer Abschnitt mit wieder mehr *Abies* und *Pinus cembra*. Die unregelmässig schwankenden ¹⁴C-Alter verbieten eine Auswertung, weil mit tiefgreifenden Störungen zu rechnen ist.

DA 9, 88–49 cm: *Einbruch einer Grundlawine ins Moor* (zwischen 3800 und 2800 BP)

Das eingearbeitete Pollenmaterial lässt keine besondern Auswertungen zu. Dagegen spricht der Holzkohlehorizont an der Oberkante für menschliche Lawinen-Räumungsarbeit. Ob klimatische Ursachen dem Murgang und der Lawinentätigkeit zugrunde liegen, lässt sich dem gestörten Profil nicht entnehmen.

DA 10, 49–32 cm: *Regeneration durch Erlen, Grünerlen und Fichten* (2800–2400 BP)

Die edlen Waldgrenzbäume kommen nicht wieder. *Alnus incana* im feuchtern flachern Gelände, *Alnus viridis* in der Lawinenrunse bemächtigen sich der (gerodeten!) und zerstörten Flächen. Ihnen folgt der anspruchslose *Picea*-Busch- und Baumwuchs, der der intensivierten Nutzung in der nächsten Phase aber nicht standhält.

DA 11, 32–0 cm: *Lawinengeschädigte Kahlweide* (2400 BP bis heute?)

Die Moorfläche trug zu Beginn des DA noch viel Getreidebau (*Triticum* und *Hordeum*, kein *Secale*), wohl auch im Mittelalter. Das Diagramm gibt keine Information mehr. Das Land ist heute extensiv genutzt oder ± aufgelassen.

Die Höhenlage von 1550–1750 m ist in den Alpen besonders anfällig für negative Klimaeinwirkungen, also auch günstig für das Studium der postglazialen Klimaschwankungen. Wir stellen deshalb unserer Entwicklungsübersicht die Ergebnisse von Patzelt und Bortenschlager (1973) aus den Ostalpen gegenüber (in Klammer am Schluss die Nummer der Schwankungen in den Ostalpen, die nachfolgend tabellarisch aufgeführt werden).

Tiefe		Material	Alter	Ostalpen
0– 32 cm	Lawinengeschädigte Kahlweide	Torferde, Sand	2400 BP bis heute	
32– 49 cm	Regeneration durch Erlen, Grünerlen, Fichten	Torferde	2800–2400 BP	
49– 88 cm	Einbruch einer Grundlawine ins Moor	Erde, Sand, Steine	(3800–2800) BP	(5)
88–133 cm	<i>Picea</i> wird Waldgrenzbaum	Zersetzter Torf	4300–3800 BP	
133–220 cm	Lärchen-Arven-Tannen-Wälder mit mehreren Klimaschwankungen	Zersetzter Torf, Moostorf	5100–4300 BP	(6)
220–238 cm	3. negative Klimaschwankung	Grobdetritus	5300–5100 BP	(6)
238–265 cm	Arven-Weisstannen-Wald	Grobdetritus	5800–5300 BP	
265–300 cm	2. negative Klimaschwankung und Regeneration	Moostorf	6700–5800 BP	(7)
300–340 cm	Föhren-Arven-Weisstannen-Wald	Gyttja	8000–6700 BP	
340–375 cm	Waldgrenzvegetation mit 1. negativer Klimaschwankung	Gyttja	9200–8000 BP	(8)
375–415 cm	Praeboreale Pionierphasen nach Gletscherrückzug	Gyttja, Ton, Sand	10000–9200 BP	(9?)

Nach Patzelt und Bortenschlager (1973) werden die ostalpinen Gletscherschwankungen folgendermassen datiert:

1. Neuzeitliche Gletscherstände: 1600–1850 n. Chr.
2. Grosse Stände des Mittelalters: 15. und 12./13. Jh., 15. Jh., 12./13. Jh.
3. Gletscherhochstände nach Christi Geburt: 2.–6. Jh.
4. Hochstände im 1. Jahrtausend v. Chr.: 2900–2300 BP
5. Lössschwankung: 3500–3100 BP
6. Rotmooschwankung: 5300–4500 BP
7. Frosnitzschwankung: 6600–6000 BP
8. Venedigerschwankung: 8700–8000 BP
9. Schlatenschwankung: um 9500±200 BP

Wir stellen eine unerwartet gute Übereinstimmung fest, wobei unser Profil oberhalb der «Grundlawine» nicht mehr auswertbar ist.

Wir heben folgende Hauptergebnisse der Untersuchungen auf Eggen hervor:

- a) Der Rückzug des Aletschgletschers von der schönen Seitenmoräne von Eggen erfolgte am Beginn des Praeboreals. Der entsprechende Gletscher-Hochstand wurde also in der Jüngern Dryas erreicht (10800–10200 BP).
- b) Das Diagramm Eggen weist deutliche Spuren negativer Klimaentwicklungen auf, die zeitlich ausgezeichnet mit den Gletscherhochstandsperioden der Ostalpen zusammenfallen: Venediger-, Frosnitz-, Rotmoos- und Lössschwankung (Patzelt und Bortenschlager 1973).
- c) Es scheint, dass in der Höhe von Eggen (1645 m) eine Waldentwicklung erst am Ende des Venediger-Hochstandes, also nach 8000 BP, möglich war.
- d) Ungewöhnlich früh und massiv ist die *Abies*-Einwanderung (9000 BP) und Beteiligung (20–34%) an den subalpinen Wäldern in Eggen, während sie heute der Gegend völlig fehlt und in äusserst geringen Spuren in der Nebelstufe des Wallis bis in die Gegend des Lötschentales heraufreicht. (Literaturangaben aus der Briger Gegend sind für die Gegenwart bestätigungsbedürftig.)
- e) Ob die konstanten Spuren von *Fagus* oberhalb 6000 BP die Anwesenheit des Baumes in Blatten bedeuten, ist nicht leicht zu entscheiden. Ihre letzten Vorkommen vom Unterwallis her steigen heute auf beiden Talseiten ganz spärlich bis in die Gegend von Sierre. Andererseits besteht die Möglichkeit, einen Zusammenhang unserer Pollenfunde herzustellen nach Süden über den Simplon nach Gondo und dem Zwischenbergental. Wenigstens für den Pollenferntransport könnte dieser Ursprungsort in Frage kommen.

Diagramm 27: Aletschwald, 2017 m ü.M.

Um die Geschichte des Aletschwalds und des klassischen Aletschgletschers zu verfolgen, wären Moore im NW-exponierten Steilhang zwischen dem Grat Riederfurka-Bettmerhorn und dem Gletscher erwünscht.

Der Versuch, hinter der bekannten grossen Moräne («Daunmoräne») hoch oben am Hang ein untersuchungswürdiges Profil zu gewinnen, misslang. Hangfläche und Moränenaussenhang schneiden sich auf so kurze Distanz, dass ein sorgfältig, kontinuierlich aufgebautes Bodenprofil nicht entstehen konnte.

Um so wertvoller ist die tektonische Mulde im hintern Aletschwald auf 2017 m Höhe, auf halber Höhe zwischen der «Daunmoräne», die dort auf 2140 m durchzieht, und der Moräne von 1850 bei ca. 1930 m Höhe.

In dieser Mulde mit nasser Moorvegetation wurde im September 1956 nach zahlreichen Sondierbohrungen an einer tiefen Stelle gebohrt. Die kleine Moorpartie liegt in einer Waldlichtung und hat eine Ausdehnung von etwa 30 m in der Hangrichtung und 15 m quer dazu. Die Bohrstelle zeigte folgende Vegetation:

<i>Carex fusca</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>C. echinata</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>C. magellanica</i>	<i>Luzula silvatica</i>
<i>Trichophorum caespitosum</i>	<i>Nardus stricta</i>
<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>Leontodon helveticus</i>

dazu *Polytrichum*, *Bryum*, *Cladonia*, Cetrarien

In nahen Moorteilen sind von Interesse:

<i>Carex pauciflora</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>
<i>C. rostrata</i>	<i>Comarum palustre</i>
<i>C. canescens</i>	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
<i>Juncus filiformis</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>Gentiana purpurea</i>	<i>Juniperus nana</i>

Die Bohrung stiess mehrmals auf eingebettete Baumstämme und musste versetzt weitergeführt werden. Das störte direkt und indirekt die Stratigraphie, so dass zwar die Hauptzüge erkennbar waren, doch auch die Datierungen nicht voll befriedigten. Nach der Date List Bern I (1959), publiziert in der Liste der Schweizer ¹⁴C-Daten I (1977) erreichten wir ein Maximalalter von 6140 ± 140 Jahre BP, was im Hinblick auf das Alter der sog. «Daunmoräne» nicht befriedigte.

Deshalb führten wir 1971 eine neue Bohrung durch. Auch hier musste der Bohrpunkt wegen liegender Baumstämme bei 50, 100 und 385 cm um einige Dezimeter versetzt werden. Das Profil zeigt:

0–130	cm	Brauner Flachmoortorf mit Holz bei 50 und 100 cm und mit geringen Sandspuren oberhalb 70 cm, mit einer Spur von Holzkohle bei 70 cm
130–170	cm	Übergang Torf/Detritus-Gyttja mit Sandspuren und mit einer Spur von Holzkohle bei 160 cm (K)
170–385	cm	Detritus-Gyttja, hie und da mit Spuren von Mineralpartikeln
385–442,5	cm	Tonige Gyttja/Steinwiderstand

Die Datierungen des neuen Profils ergaben eine gute Reihe:

B-2885	35 cm	1100 ± 70 BP
B-2886	75 cm	1780 ± 80 BP
B-2887	135 cm	2590 ± 80 BP
B-2888	195 cm	3800 ± 80 BP
B-2889	255 cm	5530 ± 100 BP
B-2428	315 cm	7050 ± 100 BP
B-2429	370 cm	8010 ± 100 BP

Die Extrapolation nach der Basis des Profils dürfte angesichts der logisch-kontinuierlichen Vorwaldentwicklung über ein *Betula*- und ein *Larix*-Stadium doch in die Zeit zwischen 9000 und 10000 BP zurückführen (auch unter Berücksichtigung der hohen *Artemisia*-Werte und der sehr spärlichen Pollen anspruchsvoller Gehölze in den untersten zwei Proben). Wir halten den Schluss für berechtigt, dass die sog. «Daunmoräne» durch einen Gletscherstand in der Jüngern Dryas gebildet wurde. Dessen Rückschmelzen auf die halbe Mächtigkeit zum Stand von 1850 wird selbstverständlich am schattigen NW-Hang des «Aletschwaldes» auch einige Jahrhunderte gedauert haben.

Wir scheiden in diesem Diagramm abermals (wie im Diagramm Mont Carré) eine Gruppe von Fernflugpollen aus der Pollensumme aus. Bei der Besprechung des Diagramms kann man grob drei Abschnitte unterscheiden:

- den Vorwaldabschnitt mit Birke, Lärche, Arve, 442,5–368 cm
- den Arven-Hochwaldabschnitt, 368–180 cm
- den Fichten-Lärchen-Grünerlen-Weidewald-Abschnitt, von 180–0 cm (den man forsthistorisch «Nachwald» nennen möchte)

Wir unterteilen in folgende Phasen:

DA 1, 442, 5–425 cm: *Kräuter-Pionierphase* (9000?–8600? BP)

Charakteristisch sind: *Artemisia* (wohl meist Nahflugpollen von *Artemisia campestris* aus dem eis- und schneefrei gewordenen Umkreis des sich zurückziehenden Aletschgletschers), *Rumex*, Compositae tubuliflorae (wohl etwa *Bellidiastrum*, *Erigeron*, *Achillea* usw.), *Lycopodium selago* und der Umstand, dass praktisch aller Baumpollen-Fernflugpollen darstellt (einen Teil von *Betula* mag man als Nahflug bezeichnen).

DA 2, 425–400 cm: *Birken-Vorwaldphase* (8600?–8400 BP)

Auffällig reduziert die nun anwesende Birke den *Pinus*-Fernflug. *Rumex*, Umbelliferae und andere Kräuter dokumentieren den sehr lichten Stand der Birken.

DA 3, 400–370 cm: *Birken-Lärchen-Vorwaldphase* (8400–8000 BP)

Mit dem kräftigen Eindringen und Aufkommen der Lärche fasst auch die Arve Fuss. Der Fernflug wird nochmals reduziert, obwohl in diesem Abschnitt nach den Ergebnissen in den Ostalpen und unsern übereinstimmenden Feststellungen in Eggen der Venediger-Vorstoss fällt, der wahrscheinlich auch unsere Lokalität arg bedroht hat (380–375 cm).

DA 4, 370–348 cm: *Der Lärchen-Arven-Wald schliesst sich* (8000–7700 BP)

Rückgang der Kräuter, Cyperaceen-Entwicklung am Moorsee, Ericaceenausbreitung im Wald: feuchtere Klimaphase? Erlenausbreitung und *Abies*-Einwanderung in tiefern Lagen!

DA 5, 348–285 cm: *Die Arve wird dominierender Waldbaum* (7700–6200 BP)

Zäh arbeitet sie sich zur alleinigen Dominanz empor. Die letzten Birken- und Lärchen-Standorte werden ihr mehr und mehr überlassen. Die dichte Lärchen-Nadelstreu, die zwischen 405 und 335 cm wahrscheinlich dem Gedeihen von *Sparganium (angustifolium)* im Moortümpel hinderlich war, verschwindet: *Sparganium* entwickelt sich reichlich, dazu *Menyanthes*. Im Wald kommen Farne auf, und *Lonicera (coerulea)* wird häufiger.

DA 6, 285–180 cm: *Der Arvenwald im Optimum* (6200–3400 BP)

Noch hat der Mensch den Wald nur bewundernd und jagend betreten. 60–70% des Ortspollens ist Arvenpollen (so weit man ihn sicher erkennt). Ist der Optimalzustand des Arvenwaldes kenntlich an den *Abies*-Pollenspuren (die mehrfach 4% überschreiten) und an den einwandernden *Picea*, an den reichlichen Ericaceen- und Hochstaudenpollen, am ausgezeichnet gedeihenden *Sparganium* im Tümpel? Mit andern Worten an den guten Niederschlags- und Temperaturverhältnissen dieses Abschnittes?

DA 7, 180–85 cm: *1. Phase der Nutzung/Zerstörung des hintern Aletschwaldes/Grünerlenverstrauchung* (3400–1900 BP)

Die Waldweide als Ergänzung zum stark genutzten sonnseitigen Weidegebiet auf Bettmeralp und als Ausweichgelände bei Sommerdürre hat wohl etwa mit der Eisenzeit die Form intensiver Nutzung angenommen. Möglicherweise wurde durch Brandrodung krautreiche Weide geschaffen. Jedenfalls ging *Pinus cembra* innert etwa 400 Jahren auf die Hälfte zurück, während gleichzeitig die Grünerle als lawinerertragendes Gehölz auf 25% anstieg (was bei der geringen Pollenproduktion und Verfrachtung viel mehr bedeutet, vgl. Welten 1950, S. 53). Doch auch die anspruchslose Fichte profitierte von der Lichtstellung und erreichte 20%, um dann allerdings ob der Verrufung und Grünerlenbewachung auch zurückzugehen.

DA 8, 85–0 cm: *2. Phase der Nutzung/partielle Regeneration/die Lärche kommt vorübergehend hoch* (1900–0 BP = Römerzeit bis heute)

Es ist erstaunlich, dass ziemlich genau mit der Römerzeit eine starke Lärchenregeneration im Grünerlenbestand einsetzt (typischerweise nicht eine Birkenphase, denn die Hänge waren nicht kahle Rohböden!). Dass sich Arve und Lärche positiv, doch *Picea* negativ entwickeln (während die Grünerle zurückgeht) ist interessant. Ob *Picea* Waldbrände schlecht übersteht? (die nach der Holzkohle bei 70 cm, um ca. 400 n. Chr. stattgefunden haben).

Ob die allerletzte Phase der Arvendominanz und des Lärchenrückgangs bereits als Erfolg der Schutzbestrebungen aufzufassen ist? Kaum! Stellen wir die Geschichte des Aletschwaldes rückblickend zusammen:

Tiefe		Material	Alter
0– 85 cm	2. Phase der Nutzung/partielle Regeneration/Lärche kommt hoch	Flachmoortorf	1900 BP bis heute
85–180 cm	1. Phase der Nutzung/Zerstörung des hintern Aletschwaldes/Grünerlenverstrauchung	Flachmoortorf	3400–1900 BP
180–285 cm	Der Arvenwald im Optimum	Detritus-Gyttja	6200–3400 BP
285–348 cm	Die Arve wird dominierender Waldbaum	Detritus-Gyttja	7700–6200 BP
348–370 cm	Der Lärchen-Arven-Wald schliesst sich	Detritus-Gyttja	8000–7700 BP
370–400 cm	Birken-Lärchen-Vorwaldphase	Tonige Gyttja	8400–8000 BP
400–425 cm	Birken-Vorwaldphase	Tonige Gyttja	8600–8400 BP
425–442,5 cm	Kräuter-Pionierphase	Tonige Gyttja	9000?–8600? BP

Wie hat der Aletschwald auf die postglazialen Gletschervorstösse und -hochstände reagiert? Man muss sich folgender Tatsachen bewusst sein: Die Karte 1:10000 der Eidg. Landestopographie vom Jahr 1960 bildet zwei Moränenstände sehr deutlich farbig ab und bezeichnet sie als «Gletscherstand um ca. 1850 resp. um ca. 1600» und «eiszeitlicher Gletscherstand (Würmeiszeit, Daun-Stadium)».

Zwischen dem tiefen Stand von 1957 (Vermessungsjahr) und demjenigen von 1850 besteht eine Höhendifferenz des Gletscherrandes von ungefähr 153 m, zwischen dem Stand von 1850 und dem «Daun»-Stand von 190 m. Zwischen diesen zwei letzten Ständen sind keinerlei auffällige Moränenstände vorhanden und je kartiert worden. Entweder gab es sie nicht oder haben sie sich nicht durch erkennbare Wälle abgebildet. Die fast konstante und gleichmässige Bewaldung lässt \pm übereinstimmende und durchgehende Bewaldung vermuten.

Unser Diagramm hat uns eben gelehrt, dass das Vorwaldstadium von Birken und Lärchen mit den Jahren 8000–7700 BP zu Ende ging (also rund 2000 bis 2500 Jahre nach dem Ende des «Daunstadiums»), ein volles Arvenwaldstadium bis ca. 3400 BP (also über 4300 Jahre) bestand, Zerstörung und Nutzung durch Mensch und Vieh die letzte Phase charakterisieren (3400 Jahre). Wo zeichnen sich da die postglazialen Gletscherhochstände ab? Anscheinend überhaupt nicht!

Überlegen wir! Sprechen Urkunden von 1850 über ein Absterben oder doch Serbeln und Lichten des Aletschwaldes? Nein! Ist nur die Pollenproduktion um einen gewissen Betrag zurückgegangen? War die Verjüngung gehemmt? Wer hat das messend verfolgt? Die Folgen: nach 20–40 Jahren waren die Verhältnisse wieder normal. Eine Baumgeneration überbrückt solche Kaltphasen geduldig. Und das Moor, das uns als Archiv dient? Nehmen wir die Vorstossphasen von 1600 bis 1850 zusammen, so ist nach unserer Datenlinie in 250 Jahren ein mittlerer Zuwachs von etwa 15 cm zu erwarten, in Kaltphasen vielleicht die Hälfte. Selbst bei einem Probenabstand von 5 cm könnte eine Veränderung der Vegetation (wir messen ja nicht Temperaturwerte!) statistisch ganz unwahrscheinlich signifikant erfasst werden – und eine Veränderung der Vegetation ist überhaupt nicht eingetreten! (Es sind ja nicht Arven abgestanden und durch Birken ersetzt worden, *Rhododendron* und *Vaccinium* sind nicht durch *Rumex* und *Lycopodium selago* ersetzt worden!)

Dauerten frühere Kaltphasen mindestens länger, wenn sie schon nicht intensiver waren als der Rückschlag von 1850? Wir entnehmen Patzelt und Bortenschlager (1973) folgende Längen der Kaltphasen:

8. Venedigerschwankung	700 Jahre	4. vorchristliches Jahrtausend	600 Jahre
7. Frosnitzschwankung	600 Jahre	3. nachchristliches Jahrtausend	400 Jahre
6. Rotmooschwankung	800 Jahre	2. Mittelalter	300 Jahre
5. Löbbenschwankung	400 Jahre	1. Neuzeit	250 Jahre

Diesen Angaben ist beizufügen, dass die Mehrzahl eine Gruppe von 2–3 Vorstössen umfasst und nicht einheitlich «kalt» ist, überdies die Datengrenzen in Angleichung an unterschiedliche Ergebnisse eher breit gewählt wurden.

Man erkennt,

1. dass eine stabilisierte Waldklimaxgesellschaft just so beschaffen ist, dass sie die «normalen» Klimaschwankungen des Postglazials unverändert überdauert, selbst in sehr grosser Nähe von Gletschern,
2. dass ein Moorprofil ausserhalb des direkten Störbereichs von Gletschern und Schmelzwässern der Pollenanalyse kein Informationsmittel in die Hand gibt,
3. dass nur sehr labile Vegetationsverhältnisse einerseits und/oder spezielle geomorphologische Verhältnisse andererseits die Nachweismöglichkeit einer Kälte- (oder Niederschlags-?)schwankung bieten,
4. dass die Klimaschwankung durch eine korrelierte und verstärkende Einwirkung auf die Vegetation durch Mensch oder Vieh erkennbar gemacht werden könnte. (Ob die beiden Ursachen wirklich synchron und gegebenenfalls trennbar sind?)

Vergleichen wir die Tabelle der Gletscherstände der Ostalpen auf S. 68 mit dem Aletschwald-Diagramm, stellen wir fest,

- a) dass die Venedigerschwankung in unsere Vorwaldphase fällt und sie als empfindliches Stadium vielleicht gestreckt hat,
- b) dass Frosnitz- und Rotmooschwankung ins Vollklimaxstadium des Aletschwaldes fallen und sich darum nicht abzeichnen,
- c) dass die Löbbenschwankung mit einer Phase der Kulturausdehnung (3400–3000 BP, Eisenzeitbeginn) zusammenfällt und darum nicht (oder verstärkt??) feststellbar ist,
- d) dass sich alle spätern Schwankungen mit Kulturveränderungen vermischen und von ihnen nicht trennbar sind.

Die gute Korrelation des Diagramms von Eggen mit den Ostalpen schreiben wir der Labilität der Waldgrenze und ihrer Komponenten (und einem gewissen Zufall) zu, das Fehlen erkennbarer Korrelation in Bitsch–Naters der Stabilität tief liegender Waldgesellschaften einerseits, dem grossen menschlichen Einfluss andererseits.

Wir machen auf die übersichtliche Silhouetten-Darstellung des Aletschwald-Diagramms aufmerksam, die als Diagramm 27b bezeichnet ist.

Diagramm 28: Greicheralp, 1910 m ü.M.

Die grosszügig einfache Waldgeschichte des Aletschwaldes ist vermutlich das Ergebnis einer speziellen einheitlichen Lokalökologie, derjenigen steiler NW-exponierter Waldgrenzlage auf Urgestein und mit kalter Nachtluftströmung. Deshalb versuchten wir ein entsprechendes Objekt auf der SO-Seite des Riederalp-Bettmerhornkammes zu untersuchen. Östlich der Riederalp, auf der Greicheralp, finden sich muldige, ebene Alpweiden mit schwarzer Torferde. Hier wurde im September 1956 eine erste Bohrung mit dem Hillerbohrer versucht. Sie blieb leider bei 445 cm in sandigem Gytjamaterial stecken und wurde bis heute nicht ergänzt, da das Objekt unübersichtlich und weitläufig ist.

Die ebene moorige Grasflur ist rund 300 m lang und 100–200 m breit. Sie wird von zwei Bächlein durchquert. Das Moor ist vermutlich abgetorft worden. Es scheint mir wahrscheinlich, dass die Mulde tektonisch vorgebildet ist, de-

ren Abdämmung nach dem Rhonetal zu aber durch eine Moräne unterstützt wurde. Gerade auch in diesem Zusammenhang wäre eine Untersuchung der tiefsten Ablagerungen aufschlussreich, da vermutlich weder der Aletschgletscher noch der Fieschergletscher Greicheralp im Egesen-Daun-Stadium erreichten.

Das vorläufige einzige Profilstück zeigt folgenden Aufbau:

0–130 cm	Vertrockneter, krümeliger Torf
130–180 cm	Feuchter Flachmoortorf
180–200 cm	Holzstamm
200–392 cm	± reiner Hypnaceentorf
392–435 cm	Schwarzer Hypnaceentorf mit vielen Glimmerspuren
435–445 cm	Sandige Gytta/Bohrwiderstand

Die Datierung ergab, dass sich das Profil auf die Zeit zwischen 5800 und rund 2800 BP beschränkt:

B-2002	92 cm	3530± 90 BP
B-2003	178 cm	3940±100 BP
B-2004	240 cm	4380±120 BP
B-2005	340 cm	5420±230 BP
B-2006	413 cm	5630±100 BP

Das Profil ist bis in die Tiefe von 90 cm hinauf nass und zülig gewachsen: *Menyanthes* findet sich über die ganze Länge, im untern Teil *Myriophyllum*, im obern *Sparganium*, daneben auch Quellmoorelemente wie *Caltha palustris* und *Valeriana dioica*. Der Jahreszuwachs beträgt zwischen 415 und 92 cm nahe 1,6 mm/Jahr, was für diese Höhenlage sehr hoch ist.

Die Ausscheidung des Pollen-Fernfluganteils erschien uns für die sonnige Riederalpterrasse problematisch. Wir rechneten einmal *Abies* und *Pinus silvestris* zum Fernflug (Kurve!), schlossen beide dann aber doch in die Pollen-Nahflug- und Lokalsumme ein, was uns für die sonnige Lage richtiger scheint.

DA 1, 440–395 cm: *Atlantische Pinus silvestris-Waldgrenzphase* (5900–5600 BP)

Die starke Dominanz von *Pinus silvestris* mit reicher Hochstaudenvegetation (*Lilium martagon*, *Geranium*, *Arthyrium*, Umbelliferen), recht vielen Birken, doch bereits mit einer geringen Beimischung von *Pinus cembra*, *Larix* und *Abies* lässt an waldgrenznahe Vegetation denken.

DA 2, 395–200 cm: *Weisstanne und Grauerle mischen sich mosaikartig der Waldgrenzvegetation bei* (5600–4200 BP)

Es ist kein Zweifel, dass *Abies* die verflachten und nicht zu trockenen Teile der Terrasse Riederalp–Greicheralp erreicht und recht breit besiedelt hat. An Bachläufen und Sümpfen gedieh *Alnus incana* reichlich. An der trockenen Hangkante gegen das Rhonetal stockten knorrige Waldföhren, begleitet von hochgestiegenen Sträuchern von Hasel (und Ulme?). Hangwärts der Terrasse bestockten einige Arvenhorste und an geröllreichen Stellen einzelne Lärchen den Berg bis gegen den Grat hinauf, der auf 2200 m Höhe reicht.

DA 3, 200–80 cm: *Picea erobert die obere alpine Stufe* (4200–3400 BP)

Picea wird zwar im kontinentalen Inneralpental und nahe der Waldgrenze nicht dominanter Waldbaum. Stets sind Waldföhre, Weisstanne, Arve, Lärche und Grauerle parkartig beigemischt. Der relativ hohe NBP-Anteil, *Plantago lanceolata* und *Cerealia* sprechen aber auch für rege menschliche Einflüsse, wohl vor allem durch Waldbeweidung, die Arve und Weisstanne allmählich vernichten.

DA 4, 80–0 cm: *Teilweise, dann totale Waldvernichtung* (3400–2000 BP)

Die breite Terrasse Riederalp–Greicheralp–Bettmeralp mit ihren Bächlein und Tümpeln wird zum gemeinwirtschaftlichen Hauptgebiet der nur mit steilen und sommertrockenen Kulturflächen ausgestatteten Dörfer am 1000 m hohen Talhang der Rhone. Fast hat man den Eindruck, dass die Getreidekultur bis auf diese Terrasse hinauf ausgedehnt wurde (Roggen und Gerste überwiegen über Weizen, wohl vom Spelta-Typ). Es wäre wertvoll, aus nassen Kleinmooren und Tümpeln die Geschichte der letzten 3000 Jahre aufzudecken. Wahrscheinlich hat dieser intensive menschliche Einfluss bereits tief in DA 2 begonnen (also zwischen 5000 und 5500 BP).

Welchen Gegensatz zum Aletschwalddiagramm bildet die Entwicklung schon nur des besten Mittelabschnittes der Greicheralp! Man ist an die Reichhaltigkeit und Vielfalt des Eggendiagramms erinnert, das in ähnlicher Lage 300 m tiefer liegt. Gleichzeitig erkennt man aber auch, wie emsig der Mensch schon sehr früh diese günstigen Lagen zu finden und zu nutzen wusste, damit auch, welche positiven und negativen Seiten die Moorarchive dieser Lokalitäten bergen.

Diagramme 29 und 30: Belalp 2330 m und Belalp 2290 m ü.M.

In einem Berggebiet gehen die Probleme für die vegetationsgeschichtliche Forschung nie aus. Drei unserer vier besprochenen Profile liegen im Bereich eines einzigen grossen Gletschers in verschiedenen Höhenlagen zwischen 1030 und 2017 m. Was nicht logisch scheint, was man aber auf Grund bekannter Rückzugsvorstellungen erwarten durfte,

liess sich \pm klar herausstellen: die drei Profile fingen alle ungefähr gleichzeitig zu wachsen an, in der Praeborealzeit. Eine weltweite epochale Klimabesserung und ein dadurch bewirkter Gletscherrückzug sind schuld an dieser Synchron-Erscheinung.

Es gibt einen Problemkreis, der mit dieser und ähnlichen Klimaschwankungen nicht so eng gekoppelt ist: Wie verhielten sich Muldenfüllungen und Moore ausserhalb des synchronisierenden Gletschers in verschiedenen Höhenlagen und bei unterschiedlichen lokalen Standortverhältnissen?

Man kann in der realen Landschaft seine Untersuchungen selten so anlegen, als ob es geplante Versuche wären, weil man die Objekte wählen muss, die existieren. In unserem Gebiet boten sich einige sehr kleine hochgelegene Mulden-sümpfchen (auf Alp Lüsga in ca. 2300 m Höhe ob Hotel Belalp) und grosse Flachmoorpartien auf Boden südlich Alp Bel um 2000 m.

Im September 1956 bohrte ich mit Otto Hegg ob Hotel Belalp nahe dem Tyndall-Gedenkstein auf 2330 m. Das nasse kleine Muldensümpfchen ergab:

0- 35 cm	Wässeriges Radizellenmaterial, bei 30-35 cm mit Grobsandeinschwemmung
35- 80 cm	Braune Detritus-Gyttja
80-130 cm	Hellbraune Detritus-Gyttja, z.T. sehr nass
130-150 cm	Kompakte braune Gyttja
150-162 cm	Gyttja mit Grobsand/Bohrwiderstand

Die ^{14}C -Datierung lieferte:

B-205	62,5 cm	1920 \pm 90 BP
B-204	92,5 cm	4240 \pm 80 BP
B-203	122,5 cm	5820 \pm 120 BP
B-202	147,5 cm	6130 \pm 110 BP

Wir gliedern das Diagramm aus 2330 m Höhe grob und etwas unsicher in folgende DA. Der Umstand, dass die Mittelpartie des Moorkörpers, etwa zwischen 120 und 65 cm langsam gewachsen ist, dass der Jahreszuwachs im Mittel bloss 0,15 mm/Jahr betrug, bringt es mit sich, dass die ^{14}C -Probe von 10 cm Tiefenumfang rund 700 Jahre umfasst, und dass eine zufällige Unsicherheit der Entnahmetiefe von allenfalls 5 cm bereits 350 Jahre ausmacht. Es kommt hinzu, dass dieser geringe Zuwachs vermuten lässt, dass sogar vollständige Stillstände im betreffenden Profilabschnitt enthalten sind (z.B. bei 100 cm), wodurch jede weiträumige Datierung problematisch wird. Unsere Angaben setzen die Richtigkeit der vorgenommenen Datierungsinterpolationen voraus:

DA 1, 162-150 cm: *Alpine Pionierrasen, Klarsee* (6350-6200 BP)

Der Fernflug besteht fast nur aus *Pinus silvestris* und stellt ein Maximum im ganzen Profil dar. *Pinus cembra* ist sehr niedrig und steigt an.

DA 2, 150-100 cm: *Pinus cembra-Einzelbäume* (6200-4800 BP)

Offenbar die beste Zeit in dieser Höhe: einige Waldgrenz-Hochstaudenarten und Lichtliebende. Um eigentliche Waldgrenzsituation kann es sich bei nur 40% BP nicht gehandelt haben. Vermutlich waren die Osthänge über Üessers Metschi und Ober-Aletsch ordentlich arvenbestanden, und morgendliche Aufwinde trieben den Arvenpollen auf den Bergkamm, wo unser Objekt liegt. Der Tümpel war wohl noch offenes Wasser, umstanden von *Carex rostrata*. In der Umgebung standen einige *Juniperus nana*- und Ericaceen-Horste.

DA 3, 100-65 cm: *Offene alpine Kräuterflur* (4800-2000 BP)

Hochstaudige Arten sind fast verschwunden, grasartige Elemente und lichtliebende sind häufiger, Baumpollen ist abrupt von 60% auf unter 30% abgesunken, die Arven in der Umgebung wohl gänzlich verschwunden. Nach dem Vorkommen von *Urtica* könnte man an Beweidung denken: Cerealia-Pollen (*Triticum*, *Hordeum*) ab 4800 BP aufwärts konstant nachgewiesen. In tiefen Lagen kommt *Picea* auf und geht *Abies* zurück. In Runsen hat sich *Alnus viridis* hoch hinauf Platz erobert. Der Tümpel wird durch *Sphagnum*-Anflüge überwachsen.

DA 4, 65-0 cm: *Alpine Weiderasen* (2000 BP bis heute)

Die starke Vertretung von Gräsern mit reichlicher *Plantago alpina*, *Selaginella selaginoides*, *Calluna*, Vaccinien (auch *Empetrum*), mit sehr vielen Rosaceen vom *Potentilla*-Typ (*Potentilla aurea* und *P. erecta*) und ligulifloren Compositen spricht für einen stark genutzten, verheidenden Weiderasen. Der Fernflug erreicht noch 30-40% (wobei man die zum Nahflug gerechneten 15% *Picea*-Pollen füglich als Fernflug verrechnen sollte, wodurch der Fernflug auf 60% ansteigt).

Ein zweites Profil wurde in der Nähe im September 1968 erbohrt (2290 m). Die Oberfläche war wiederum sehr nass: *Carex fusca*, *Eriophorum angustifolium*, *Carex echinata*, *C. paupercula*, *C. atrata*, *Viola palustris*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, seltener *Carex pauciflora*, *Eriophorum vaginatum*. Die Bohrung ergab:

0- 15 cm	Wurzelwerk von Carices (Radizellen)
15- 50 cm	Kompakter braunschwarzer Torf (Radizellen, Hypnaceen)

50–100 cm	Dunkelbrauner, stark zersetzter Flachmoortorf
100–107 cm	Stark toniger Flachmoortorf
107–140 cm	Dunkler Flachmoortorf, nach unten faserig und moosig
140–145 cm	Humoser Grobsand/Steinwiderstand

Die Datierungen lieferten ein ähnliches Bild des Wachstumsbeginns um 6500 BP und der Stagnation zwischen 5500 und 2000 BP:

B-981	55 cm	3240 ± 100 BP
B-982	80 cm	5700 ± 100 BP
B-983	129 cm	6360 ± 100 BP

Dieses Profil weist die starke Arvenphase des vorhergehenden Profils nicht auf, was wir uns nur daraus erklären können, dass es etwas westlicher, hinter dem Bergrücken, liegt, der wahrscheinlich den Arvenpollenanflug von der Oberen Aletschalp erhalten hatte.

Dieses Diagramm wurde von Vera Markgraf und mir gemeinsam untersucht. Ich gliedere in Anlehnung an das vorhergehende Diagramm:

DA 1, 145–122 cm: *Alpine Pionierrasen* (6500–6300 BP)

Wie im Diagramm 2330 m ist vorerst der *Pinus*-Fernflug hoch und *Corylus*-arm.

DA 2/3, 122–ca. 60 cm: *Einzelne Gehölze/Kräuterflur* (6300– ca. 2900 BP)

Der Einschluss der Stillstandsphase mit einer einzigen Datierungs-Stichprobe und geringer Variation im Pollennieder-schlag erlaubt eine Unterteilung wie im vorigen Profil nicht. Auffällig ist hier nur, dass die Birke mehrfach eine nicht unbedeutende Rolle spielt im BP-Prozent und damit betont, dass die eigentliche Waldgrenze auf dieser Höhe nie erreicht worden war. Der *Picea*-Nahflug setzt relativ früh ein, weshalb wir die Grenze bei 2900 BP legen, wo sich gleichzeitig *Alnus viridis* stark ausbreitet. (Im Diagramm 2330 m stieg *Alnus viridis* früher an, *Picea* später.)

DA 4, 60–0 cm: *Alpine Weiderasen* (ca. 2900 BP bis heute)

Helianthemum, *Calluna*, liguliflore Compositen, Rosaceen, *Selaginella* und, indirekt, Cerealia kennzeichnen diesen jüngsten Abschnitt (wie in Profil 2330 m).

Die Hauptzüge der beiden Belalp-Profile von 2330 und 2290 m Höhe sind:

1. Beide Profile beginnen als hochgelegene Muldenversumpfung um 6300 BP organische Substanz zu produzieren, was offenbar in die Endphase der markanten Frosnitzschwankung nach der Ostalpen-Nomenklatur fällt. Soll man daraus schliessen, dass in beiden Fällen diese Kaltphase erst die Bedingungen geschaffen hat für die Ablagerung von datierbarer Substanz? Oder dass sie in beiden Fällen einen undurchdringlichen Bohrwiderstand erzeugt hat? Oder dass sie in beiden Fällen die Mulde durch Schmelzwässer ausgeputzt hatte? Patzelt und Bortenschlager (1973) bezeichnen «Frosnitz» als scharfe Zäsur der postglazialen Wärmezeit. Vom Profil Mont Carré wissen wir freilich, dass die organischen Ablagerungen auf dieser Höhe viel früher einsetzten, und wir erkennen daraus, wie sehr solche Information von den Bildungsbedingungen, der topographisch-hydrologischen Ausgangslage eines Untersuchungsobjekts (und der Bohrtechnik?!) abhängt.

2. Wir haben die Phase zwischen 6200 und 4800 BP als die beste Zeit dieser Höhenlage bezeichnet, was mit Mont Carré übereinstimmt, wo sie mit 7000–5500 BP datiert wurde. Nach Patzelt und Bortenschlager (1973) waren die klimatisch günstigsten Abschnitte in den Ostalpen zwischen 7500 und 6600 BP und zwischen 6000 und 5300 BP. Nach unsern Beobachtungen im Val d'Hérémence und im Aletschgebiet überschritt der Wald die Obergrenze von 2300 m kaum, erreichte sie wahrscheinlich am Mont Carré, blieb aber am Aletschgletscher knapp darunter. Wenn wir die heutige Waldgrenze im Aletschgletschergebiet anzugeben versuchen, finden wir bei Richard (1968) 2100–2200 m, bei Imhof (1900) 2150 m.

3. Methodisch wertvoll ist die Feststellung, dass solch kleine Muldenmoore heute noch in vollem Wachstum begriffen sind, dass sie jedoch sehr lange Stillstandsphasen durchlaufen haben können, die jede pauschale Datierung oder gar Zuwachsberechnung unmöglich machen. Überdies scheint uns wahrscheinlich, dass ein Wachstumsstillstand nicht nur durch Austrocknung sondern ebensogut durch intensive Überspülung zustande kommen kann.

Diagramme 31, 32, 33: Bodmen bei Alp Bel, 1980 m ü.M.

Schliesslich wurde versucht, die Alter der Flachmoorbildungen südlich der Alp Bel pollenanalytisch-biostratigraphisch zu ermitteln. Sie liegen auf knapp 2000 m Höhe, hart oberhalb des gewaltigen karartigen Absturzes, der nach Blatten abfällt, auf einer terrassenartigen Geländeverebnung, die man mit dem würmeiszeitlichen Hochstand des Aletschgletschers in Verbindung bringen könnte.

Es handelt sich um nasse bis reife und austrocknende Quellsumpfbildungen, die von der Fluhkante rund 100–150 m breit gegen den dahinterliegenden Berghang schwach ansteigen und folgende Vegetation tragen:

Fluhkante (Waldboden mit Rohhumus):

Larix europaea (viel)
Juniperus communis
Sorbus aucuparia
Pinus cembra
Picea abies
Betula verrucosa
Rhododendron ferrugineum
Vaccinium uliginosum
Vaccinium myrtillus

Vaccinium vitis-idaea
Calluna vulgaris
Homogyne alpina
Majanthemum bifolium
Luzula silvatica
Luzula luzulina
Poa chaixii
Solidago virga-aurea
Geranium silvaticum

Quellsümpfe (Radizellen und Hypnaceen-Torf):

Trichophorum caespitosum
Carex fusca
C. rostrata
C. echinata
C. canescens
C. panicea
Equisetum palustre
Pinguicula vulgaris

Eriophorum vaginatum
Eriophorum angustifolium
Carex pauciflora
C. paupercula
Drosera rotundifolia
D. obovata
Selaginella selaginoides
Orchis maculata
Nardus stricta

Das Profil Bodmen 1 liegt rund 80 m vom Fluhrand weg und 30 m von den hangseitigen Quellstellen. Das Profil Bodmen 2 liegt 30 m vom Fluhrand entfernt und 80 m von den hangseitigen Quellen. Das Profil Bodmen 3 ist nahe dem Fluhrand, liegt nicht mehr im Bereich des Quellensumpfes und wird von Rohhumus aufgebaut. (Die Pollenanalysen hat hier Vera Markgraf besorgt.)

Alle drei Profile weisen als wichtige Zeitmarken einen Abschnitt auf mit reichlich *Picea* und Kulturpollen (*Juglans*, *Vitis*, *Castanea*, wenig *Cerealia*). Interessanterweise liegen diese *Picea*-Maxima um so tiefer im Profil, je höher am Hang das Profil liegt. Das bedeutet, dass sich das Flachmoor von unten nach oben entwickelt hat, wohl durch Stau durch den aufwachsenden Torf. Der stärkste *Picea*-Anstieg beginnt in Eggen, Bitsch-Naters und Aletschwald um 4000 BP.

Eine zweite Zeitmarke bietet der Rückgang der EMW-Fernflugpollen. Dieser nimmt die basalen Teile der Diagramme in Beschlag, reicht aber in den Profilen 2 und 3 relativ weit hinauf. Auch danach erscheint das Torfmaterial des Profils 1 als das jüngste. Eine reichhaltigere EMW-Zusammensetzung geht in Eggen und Bitsch-Naters auf die Jahre 5000 oder 6000 BP zurück.

Wir halten drei Beobachtungen fest:

1. Alle drei Profile sind relativ jung und haben ihr Wachstum vorwiegend im Atlantikum begonnen, wobei die hangwärtigen und quellnahen Torfe die jüngsten sind.
2. Alle drei Profile dokumentieren für die Kulturzeit seit etwa dem Neolithikum Waldlosigkeit.
3. Die drei nur 80 m entfernten, doch unter abweichenden ökologischen Wasserbedingungen wachsenden Profile weisen so grosse individuelle Unterschiede in der Pollenentwicklung auf, dass eine Parallelisierung und Verwendung für biostratigraphische Zwecke nur in grossen Zügen erfolgen kann.

4.9 Simplon, Gondo, Robiei

Diagramm 34, Simplon-Hopschensee, 2017 m ü.M.

Bereits in der Frühzeit pollenanalytischer Untersuchungen in der Schweiz hat Paul Keller (1935) den Simplon in seine Walliseruntersuchungen einbezogen. Uns interessiert an seiner Beschreibung des Moores aus dem Jahr 1933 besonders, dass die *Trichophorum*-Flächen zum Auslegen und Trocknen von Holzresten aus dem obersten (abgebauten) Torfkomplex verwendet wurden. Er spricht von mächtigen Stämmen von Arven und Lärchen (S. 53). Wenn er weiter unten von Arven- und Bergkiefernholz spricht, so ist wohl denkbar, dass die Bergföhren teilweise das Moor selbst besiedelten.

Auf Grund der Voruntersuchungen von Paul Keller suchte ich 1962 den Hopschensee auf und brachte zusammen mit meinem Sohn Bernhard zwei Bohrungen nieder. Beide Bohrungen wurden im westlichen Teil des Sees, unter den Alphütten von Hopschen, ausgeführt. Das Ufergelände ist ausgesprochen zweistufig mit einem Niveauunterschied von nahe einem Meter. Die obere Fläche hat eine seewärts gemessene Breite von ca. 20 m und trägt ein sehr nasses und be-weidetes Nardetum. Der untere Teil misst bis zur Wasserkante des Sees (die nicht genau angebar ist) 28 m und trägt einen *Carex-rostrata*-Bestand, der seewärts mehr und mehr unbegebar wird. Es ist schwer zu sagen, was Ursache der Stufung ist. Einerseits könnte man an Abtorfung des seewärtigen Teils denken, was aber durch die Altersbestimmung des Torfes ausgeschlossen werden kann. Andererseits ist an die Wirkung einer künstlichen Fixierung des Wasserstandes zu denken, wobei die Kante das Erosionsufer bei hohem frühsummerlichem Wasserstand darstellte. Die in der Tiefe

liegenden Schichten scheinen diese Stufung nicht mitzumachen, deuten aber an, dass sich der Grund des Sees (der nirgends mit Sicherheit erreicht wurde) von den Hütten ostwärts gleichmässig senkt. Es dürfte sich um eine Toteismulde aus dem frühesten Spätglazial handeln.

Die Morphologie des umgebenden Hochgebirgs ist so beschaffen, dass der 3553 m hohe Monte Leone seine nordwestseitigen Hauptgletscher in steiler Mündung in das Abzugssystem der Saltina schickt (die bei Brig ins Rhonetal mündet), während das Hübschhorn (3187 m) dem Passgebiet mehr seine konvexe Westseite zuwendet, die nur im nördlichsten Teil einen kleinen Gletscher trägt. Dessen Auslaufbahn liegt allerdings noch auf der Passhöhe, jedoch an der nördlichsten Stelle, wo der Sattel in die Talung der Saltina abstürzt. Die Höhen der westlichen Passbegrenzung sind im Kulminationsbereich des PASSES niedriger: im NW das Tochuhorn 2661 m und das Galehorn 2797 m, im SW das Sirwoltehorn 2845 m und das Griessernuhorn 3009 m. Die beiden letzten bilden NO-wärts gerichtete grosse Gletscherkare, deren Gletscher sich zwar noch durch jüngere Stadien bis an die Simplonstrasse erstreckten (nahe dem Alten Spittel und dem Gampisch), sich jedoch bei grösserer Mächtigkeit vorwiegend nach Süden wandten.

Das ist offenbar eine klassische glaziale Passlage: mächtige Gletscher finden ihren Weg an der Passhöhe vorbei in die beidseitigen Abflussrinnen, überdecken den Pass mit zeitweiligen Transfluenzen nur in Zeiten grosser Hochstände, schleifen auf der Passhöhe das Gestein zu Rundhöckern und Mulden. So entstand der morphologische Charakter der heutigen Simplon-Passhöhe zwischen der Paßstrasse im Osten und dem Hopschensee im Westen. Im Extremfall bildete die Westflanke beim Hopschensee eine Prallstelle.

Diese Situation brachte es mit sich, dass alle jüngeren Gletschervorstösse die Gegend des Hopschensees nicht mehr erreichten, eine Tatsache, der man sich allerdings erst bewusst wurde, als wir die Existenz von Allerödgyttja am Hopschensee der Alpinen geomorphologischen Gletscherexkursion vom September 1969 vorführen konnten (Patzelt, Heuberger u.a.).

So ist heute diese Rundhöckerlandschaft ein vielgestaltiges Mosaik von Gneiss-Rundhöckern mit Zwergstrauchheide:

<i>Rhododendron ferrugineum</i>	<i>Lycopodium selago</i>
<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Trifolium alpinum</i>
<i>V. myrtillus</i>	<i>Arnica montana</i>
<i>V. vitis-idaea</i>	<i>Campanula barbata</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Gentiana purpurea</i>
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	<i>Laserpitium halleri</i>
<i>Loiseleuria procumbens</i>	<i>Antennaria dioica</i>
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Primula hirsuta</i>
<i>Juniperus communis</i>	<i>Phyteuma hemisphaericum</i>

und von Sumpfmulden mit Flachmoorvegetation:

<i>Carex fusca</i>	<i>Eriophorum angustifolium</i>
<i>Trichophorum caespitosum</i>	<i>Carex echinata</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>C. canescens</i>
<i>Juncus filiformis</i>	<i>C. rostrata</i>
<i>Carex pauciflora</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>C. limosa</i>	<i>Viola palustris</i>

Die beiden Bohrstellen ergaben folgende Stratigraphie (Hiller):

Bohrung I, auf der obern Uferstufe, 18 m vom Trockenhang im Westen entfernt	Bohrung II, auf der untern Uferstufe, 27 m vom Trockenhang im Wesen entfernt
0- 42 cm Torferde	0- 80 cm Radizellen-Hypnaceen-Torf
42-150 cm Sandiger Torf	80-400 cm Braune Gyttja
150-285 cm Braune Gyttja	400-412 cm Oliv-graubraune Gyttja
285-368 cm Blauer, sandiger Lehm	412-483 cm Grauer, sandiger Lehm
368-393 cm Tonige, hellbraune Gyttja	483-502 cm Olivgraue Gyttja
393-424 cm Grauschwarzer Lehm	502-505 cm Grauer, sandiger Lehm
424-490 cm Hellgrauer Lehm	Bohrung abgebrochen
490 cm Kieswiderstand	

Anmerkung: Küttel hat 1972 eine Nachbohrung zwischen meinen beiden Bohrpunkten durchgeführt und notiert:

-369 cm Gyttja
369-440 cm Oben tonhaltige Gyttja, unten Schluff
440-460 cm - Tongyttja -
460-525 cm Schluff
525-560 cm Feinsand

Interessant ist in der Bohrung Küttel, dass unter der alten Tongyttja noch 100 cm feines Mineralmaterial anstehen, genau wie in unserer Bohrung I, überdies, dass die Tongyttja offenbar sehr regelmässig durchzieht und stets ca. 20 cm mächtig ist.

Aus meiner Bohrung II wurden datiert:

B-634	97	cm	660 ± 80 BP
B-669	201	cm	3230 ± 100 BP
B-635	246	cm	4500 ± 300 BP
B-635E	277,5	cm	5040 ± 150 BP
B-610	390	cm	7730 ± 180 BP
B-609	405	cm	9000 ± 150 BP
B-608	494	cm	12580 ± 200 BP
B-530	406	cm	9530 ± 250 BP
B-529	490	cm	10430 ± 250 BP

Wir haben unsere beiden Diagramme zu einem einzigen kombiniert. Das Diagramm I hatte für das Postglazial nur 283 cm Tiefe aufgewiesen (mit einem gestörten Kopfende) gegenüber 412 cm des Diagramms II (hier mit 330 cm Gytta). Wir wählten deshalb für das Postglazial und das Spätglazial ab Allerödbeginn das Diagramm II. Der ältere Abschnitt unterhalb Alleröd stand nur in Diagramm I zur Verfügung. Dieser Teil konnte zuverlässig an Diagramm II angefügt werden.

Wir streiften die Problematik der Ausscheidung von Fernflugpollen bereits beim Diagramm vom Mont Carré. Küttel (Dissertation, 1979) glaubt, den BP-Fernflug bagatellisieren zu können mit dem Hinweis, er betrage im jüngeren Teil des Diagramms durchwegs nur etwa 10%, spricht dann aber doch die Vermutung aus, dass im Spätglazial am Simplon alle *Pinus*-Pollen als Fernflug zu betrachten seien. Wenn er so argumentiert und die Ausscheidung von Fernflugpollen als unzumutbar oder unnötig ablehnt, möchten wir sie unbedingt eines Darstellungs- und Deutungsversuchs wert erklären mit folgender kritischer Bemerkung:

Für den sorgfältig und kritisch arbeitenden Pollenanalytiker bleibt allerdings die Auftrennung des *Pinus*-Pollens in *Pinus cembra*, *P. silvestris* und *P. mugo* eine schwierige Aufgabe, die bei schlechter Pollenerhaltung gar nicht, bei guter nur annähernd gelöst werden kann.

Schon die Schwierigkeit einer durchgehenden kritischen Auszählung des *Pinus cembra*-Pollens sei zugegeben. Die Zählung sollte nur mit besten Präparaten (evtl. Extrapräparaten mit relativ viel Flüssigkeit, also guter Drehbarkeit der Pollenkörner, mit nicht zu dichten Präparaten, dazu mit mässiger, nicht zu intensiver Färbung) erfolgen, am besten in einem Zuge über einen grossen Diagrammabschnitt, da man sich stets etwas einarbeiten muss, um gleichmässig entscheiden zu können. Um ungleichen Erhaltungszustand und ungleiche Präparatqualität auszugleichen, sollte man, wo es von Bedeutung ist, die Ergebnisse im Diagramm schonend mitteln.

Was als *Pinus non-cembra*-Pollen ausgeschieden wird, kann auf Grund grosser, grobmaschiger kugelliger Luftsäcke vorerst als *Pinus mugo*-Typ abgesondert werden. Im Postglazial der tieferen Lagen und in Hochlagen der westlichen Urgesteins-Alpen ist *Pinus mugo* im allgemeinen so selten, dass man *Pinus non-cembra* als *Pinus silvestris* betrachten darf. Für das Simplongebiet bemüht sich Küttel (1979), die spärlichen Vorkommen aufrechter Bergföhren (die Legföhre fehlt) zu erwähnen. Er bezieht sich auf Becherer (1956) und erwähnt eine kleine Siedlung auf 1820 m im Engloch sowie kümmerliche Exemplare im Passgebiet, stellt allerdings die Frage, ob damit eine ehemals stärkere Verbreitung angezeigt sei. Es scheint uns wahrscheinlich, dass die Nutzung überall die guten Bäume von Arven und Lärchen bevorzugt hat, wodurch die Bergföhren überlebten oder gar selektiert wurden. Sicher sind jedoch die Massen von *Pinus*-Pollen im Spätglazial und frühen Postglazial, soweit man sie nicht *Pinus cembra* zuteilen kann, Fernflugmaterial der Waldföhrenwälder der tieferen Lagen und haben im Pollendiagramm unserer Hochlagen keine Präsenzberechtigung. Und überdies stellen sich *Pinus*-Spaltöffnungen in unsern beiden Profilen vom Hopschensee und im Profil Simplon Alter Spittel, aber auch in den Diagrammen von Küttel vom Hopschensee und von Simplon-Passhöhe stets erst vom Beginn des Postglazials an ein, wo die Arve in steigendem Anteil nachgewiesen ist.

Wir halten darum unser Vorgehen des Ausschlusses von *Pinus non-cembra* als Fernflug für richtig. Sollte dadurch ein kleiner Ortsanteil von *Pinus mugo* falsch eingestellt worden sein, so ist der Fehler voraussichtlich sehr klein, gemessen an der Ungeheuerlichkeit des Einschlusses der *Pinus silvestris*-Pollenwolken aus dem Tiefland in den Pollenniederschlag der waldgrenznahen Berggebiete. Und schliesslich werden in unsern Diagrammen die abweichend berechneten Elemente mit dargestellt. Die Berechnungsweise auf Grund der Gesamtsumme trägt eineweg alle Unzulänglichkeiten von Relativwerten an sich.

Wir gliedern unser Diagramm vom Hopschensee in folgende DA:

DA 1, 490–405 cm, aus Profil I: *Präallerödzeitliche Pionierphase* (ca. 13000–12000 BP?)

Fernflug-*Pinus* steigt von fast Null auf Werte über 50% empor, ein kaum anders zu deutendes Zeichen, als dass die Basis des Profils aus einer Zeit stammt, als in den Tälern die Waldföhre noch nicht Wälder bildete. Das war in grossen Zügen die frühe Böllingzeit. Nach der Alleröd-Datierung, die wir im nächsten DA besprechen werden, und nach den $^{18}O/^{16}O$ -Ergebnissen von U. Eicher (Diss. Bern 1979) geschah die Hauptklimabesserung des Spätglazials um 13000 oder 13300 BP, weshalb uns nichts hindert, in diesem Diagramm erste alpine Entwicklungsphasen nach dem endgültigen Verschwinden des Eises zu erkennen. Wir werden darin auch durch den Nachweis von *Sparganium(angustifolium)* im Hopschen-Seelein bestärkt (das auch Küttel in seiner Spezialuntersuchung nachwies).

Der allererste Anfang weist in unserer Untersuchung und in derjenigen von Küttel fast keine Gramineen auf, was wohl dahin zu deuten ist, dass ein alpiner Rasen fehlte. Dass umgekehrt *Artemisia* 58% (bei Küttel 35%) erreichte und sich *Thalictrum* und *Chenopodium* abzeichneten, spricht unzweideutig für Kräuterpollen-Fernflug (oder doch Nahflug). Einzelfunde, die dagegen vom Ort selbst stammen dürften, sind: *Helianthemum*, *Achillea*-Typ, *Chrysanthemum atratum*-Typ, *Bellidiastrum michelii*-Typ, Caryophyllaceen-Typ, *Arenaria biflora*-Typ, *Veronica*-Typ, *Gentiana*-Typ, *Ranunculus*-Typ, Rubiaceen-Typ, Rosaceen-Typ, Cruciferen-Typ, Campanulaceen-Typ, *Epilobium*-Typ, *Saxifraga*-Typ. Neben diesen Typen, deren Pollen vom Wind kaum weit verfrachtet werden, gibt es viele, die vermutlich dazuzählen, wie die Mehrzahl der ligulifloren Compositen, einige Umbelliferen und Cyperaceen.

Ob man die 2–7% *Betula* als etwas anderes denn als Fernflug deuten kann, ist fraglich. Die im mittlern Teil des DA auftretenden *Juniperus*-Pollen (in unserem Diagramm bis 4%, bei Küttel bis 10%) können Nahflug darstellen, schliessen aber Erstbesiedlung im Passgebiet nicht aus, wo sie die eigentliche Bölling-Warmphase markierten. Es ist doch auffällig, wie stark gleichzeitig *Artemisia* zurückgegangen ist.

DA 2, 405 cm I–485 cm II: *Alleröd: alpine Rasen* (12000–11000 BP?)

Die erste Altersbestimmung dieser alpinen Allerödgyttja bot grosse Schwierigkeiten. Die erste Probe, die wir im Mai 1963 dem ¹⁴C-Labor Bern einreichten, war kombiniert aus den entsprechenden Gyttja-Schichten der Bohrungen I und II von 1962 (und mit der Bemerkung begleitet: «Aus dieser Höhe gibt es noch kein nachgewiesenes Alleröd.») Die Menge reichte für eine Bestimmung nicht aus, da sie doch noch ordentlich viel Ton enthält (Küttel hat in seiner Dissertation den Gehalt an organischem C zu 10% des Trockengewichts bestimmt). Zusammen mit Herwig Teppner wurde im Herbst 1963 die Probeentnahme wiederholt und durch viermaliges Bohren eine grössere Gytjamenge gewonnen. Das Datierungsergebnis war für die praeboreale Probe (B-530) befriedigend, nicht aber für die ältere Probe (B-529). Ein Alter entsprechend Jüngere Dryas schien unmöglich, Verunreinigung beim Bohren wahrscheinlich. So führten wir im September 1964 zusammen mit Karl Heeb eine weitere und besonders sorgfältige Probeentnahme durch. Bei sechs nahe beieinanderliegenden Bohrungen wurden jeweils zuerst die nassen oberen Torfschichten auf 150 cm Tiefe ausgebohrt, darauf der gut gereinigte Bohrer rasch in einem Zuge auf die richtige Entnahmetiefe vorgestossen (335 und 450 cm), worauf je 15 cm Gyttja unter der mineralischen Schicht der jüngern Dryas, 15 cm darüber und nochmals anschliessend 15 cm hierüber entnommen wurden. Daraus resultierten die Datierungen B-608, B-609, B-610 vom Dezember 1964, die befriedigen. Die Datierung der Allerödschicht erscheint freilich erst bei Berücksichtigung der dreifachen Streuung verständlich, bedeutet aber vielleicht, dass in der datierten Schicht etwas älteres Material (böllingzeitliches!) inkorporiert ist.

Das damit erstmalig an der heutigen Waldgrenze der Alpen nachgewiesene Alleröd hat folgende Beschaffenheit: Aus den Tiefen der Täler fiel eine Fernflug-Pinuspollenmenge von 150–265% des «Ortspollens» auf die Landschaft, Ausdruck einer völligen Waldlosigkeit der Simplon-Passhöhe. Das Ortsdiagramm zeigt ein Ansteigen des Gehölzpollen-Prozents von 7 auf 27%, wobei offen bleibt, ob nicht auch hier ein Teil von *Betula* und *Pinus cembra*, ja sogar von *Juniperus*, als Nahflug zu bezeichnen sind. Die markanten Vorphasen von 14% *Salix* (Küttel 17 und 7%) und 5% *Juniperus*, die von der Cembra-Phase heruntergedrückt werden, sprechen für eine ganz lichte Besiedlung der Passhöhe durch diese Gehölze (wenn auch vielleicht nur in Gunstlagen).

Im und am See erkennt man eine deutliche Zunahme des Cyperaceenpollens und der Pediatren. In der Umgebung des Sees nehmen die Saxifragaceen, Campanulaceen, *Rumex* (!) und *Botrychium* deutlich zu, während Caryophyllaceen, liguliflore und tubuliflore Compositen zurückgehen. Eine dichtere alpine Rasengesellschaft hat sich entwickelt. Das nur teilweise Verschwinden der hohen spätglazialen *Artemisia*-Prozente während des Alleröds spricht für reichliche reliktsche Kältesteppe in der Nähe des Simplonpasses, sind doch auch die typischen Begleiter der Chenopodiaceen und von *Thalictrum* noch gut vertreten. Das spricht gegen ein extremes Abschmelzen und Zurückweichen der Gletscher zur Allerödzeit. Die gleiche Erscheinung trifft man auch in den Diagrammen von Küttel vom Hopschensee, von Simplon-Passhöhe und von Simplon-Gampisch. Sie wäre dort noch viel ausgeprägter bei Ausscheiden des Fernflugpollens aus der PS.

DA 3, 485–418 cm: *Jüngere Dryas-Kaltphase: Pionierphase* (11000–10000 BP)

Dass in der Kaltphase der Jüngern Dryas der *Pinus*-Ferntransport relativ niedriger ist als in den Warmphasen vorher und naher, ist durch logisches Überlegen kaum konstruierbar. Es ist aber so! Das bestätigen die *Artemisia*-Zunahme und der *Ephedra*-Reichtum zusammen mit der sand-, schluff-, tonreichen Einschwemmung unzweifelhaft. Es kommt dazu eine deutliche Zunahme der Gramineen, der Caryophyllaceen, der tubulifloren und der ligulifloren Compositen und der Chenopodiaceen und der deutliche Rückzug der wenigen Gehölze (und von *Rumex*!).

Wo liegt die Ursache dieses recht merkwürdigen Relativverhaltens? Liegt sie nur in der Bergregion, müsste man folgern, dass sich die Krautvegetation und ihre Blühfreudigkeit dort oben in der Jüngern Dryas kräftig entwickelt haben. Liegt die Ursache in einer geringern Pollenproduktion der Talwälder, stehen wir vor einer, für sich allein betrachtet, merkwürdigen Erscheinung. Aus Paläotemperaturuntersuchungen Eichers (Diss. Bern, 1979) wissen wir zwar, dass die Temperatur in der Jüngern Dryas um 2–3–? Grad sank. Wir dürfen danach eine rein physiologisch-ökologische Schädigung des Blühens annehmen, verstehen aber den Wirkmechanismus schlecht.

Oder müssen wir, umgekehrt, eine ungewöhnliche Blühpromotion in den anschliessenden Warmphasen annehmen? Etwa in dem Sinn, dass diese niederschlagsarm, kontinental waren? Die Föhrenausbildung der Allerödzeit spricht dafür. Der Wechsel von den *Betula*-Phasen des Bölling zu den *Betula*-armen Phasen des Alleröd ist auffällig, vielleicht nicht nur so eine Sukzessionserscheinung oder eine Folge einer Temperaturerhöhung (die nach den ^{180/160}-Kurven nicht existierte!). Auch die geringe Einschwemmung von Mineralstoffen im Alleröd in unsere Seebecken und Mulden spricht dafür. Die meist geringe Mächtigkeit der Allerödgyttjen spricht für kontinentale Verhältnisse ähnlichen des Boreals. Man müsste dann die Jüngere Dryas als Phase kühlerer, doch niederschlagsreicher Sommer auffassen, die vielleicht von schneereichen Wintern begleitet waren, von Wintern mit keineswegs extremen Tieftemperaturen. Dieses Klima wäre der Gletscherbildung und -erhaltung förderlich. In solchen kühlen und feuchten Sommern hätten sich alpine Rasen vorzüglich entwickelt, wären aber Föhrenwälder tieferer Lagen benachteiligt gewesen, speziell auch durch hohe Winter- und Frühjahrs-Schneemengen. Unsere Spätglazialklimaforschung sollte vielleicht neben dem Temperatureinfluss denjenigen der Niederschlagsmenge und -form mehr in Betracht ziehen, allgemein gesagt, Ozeanitäts- und Kontinentalitätsphasen nicht aus dem Auge verlieren. Freilich ist die Erforschung der Niederschlagsverhältnisse ungleich komplexer und schwieriger als diejenige der Temperaturen. Wir müssten lernen, über kontinentumspannende Theorien hinaus Informationen aus sorgfältig ausgewählten lokalen Stratigraphien herauszulesen.

DA 4, 418–402 cm: *Initiale Waldgrenzphase* (10000–8900 BP)

Der *Pinus*-Fernflug schnell kräftig empor und lässt an eine Kontinentalisierung denken. *Juniperus* bildet einen kräftigen kleinen Gipfel. *Larix* tritt mit Pollen und mit Spaltöffnungen plötzlich auf. *Pinus*-Spaltöffnungen finden sich zum ersten Mal auf dem Simplonpass, wobei *Pinus cembra* wieder reichlicher nachweisbar ist als in der Jüngeren Dryas. *Betula* tritt als Element der Waldgrenze auf. *Sparganium* und *Potamogeton* sind im Seelein wieder reichlich vorhanden. Überraschend hat sich sogar *Typha latifolia* angesiedelt. Umbelliferen und Farne werden reichlicher und repräsentieren zusammen mit *Lilium martagon* die bekannten Waldgrenz-Hochstauden. *Artemisia*, Chenopodiaceen und *Ephedra* treten in grösseren Spuren zum letzten Mal auf. *Rumex* weist wie im Alleröd ein kleines Maximum auf, das man ökologisch am liebsten *Rumex arifolius*, einer Hochstaudenart, zuschreibe (da *Rumex scutatus* und *Rumex alpinus* hier kaum in Frage kommen).

DA 5, 402–393 cm: *Lichter Lärchenwald als Waldgrenz-Vorwald* (8900–7800 BP)

Die Lärche erreicht mit 7% bereits den höchsten postglazialen Wert auf dem Simplon. *Larix*-Spaltöffnungen sind so reichlich vorhanden wie nachher nie mehr (die gleiche Feststellung machte Küttel). Gleichzeitig steigt *Pinus cembra* am Ende des DA auf 30%, wodurch der *Pinus*-Fernflug auf den Wert absinkt, den er während der postglazialen EMW-Warmphase im Wallis behält (bevor Rodungen eintraten). Es ist typisch (gegenüber dem Aletschwald), dass die Birke dieses Vorwaldstadium nur bescheiden unterstützt. Hochstauden sind reichlich vorhanden (auch *Geranium*, *Lilium martagon*, *Pimpinella maior*). Erste Versauerungszeiger deuten die Bildung des Zwergstrauchgürtels an: *Solidago virga-aurea*, *Vaccinium myrtillus*.

DA 6, 393–335 cm: *Alpiner Passwald aus Arven, Lärchen, Birken* (7800–6300 BP)

Die stärkste postglaziale Bewaldung der Simplon-Passhöhe erreicht ein BP-Prozent von 50–60%. Man wird dieses «Bewaldungsprozent» an den ökologischen Gegebenheiten messen müssen: sterile Rundhöcker nahmen damals sicher ein Viertel der Fläche ein, sehr nasse Sümpfchen einen weiteren Viertel. Der nach Süd und Nord offene Pass ist heftigen Winden ausgesetzt. Die Bewaldung darf als sehr gute bezeichnet werden. Die Waldgrenze lag sicher wesentlich höher (2100–2200 m?) Unser Pollendiagramm trägt folgendes zur Vorstellung von der Vegetation bei: den verstreuten *Juniperus*-Büschen hat sich neben *Vaccinium (myrtillus und uliginosum)* mehr und mehr *Rhododendron ferrugineum* beigesellt, eine juvenile Zwergstrauchheide darstellend, der *Calluna*, *Loiseleuria* und *Empetrum* noch fehlen. Hochstauden (mit *Athyrium*) sind gut ausgebildet. *Alnus viridis* ist vereinzelt vorhanden. *Abies* ist in tieferen Mittellagen sicher vorhanden, auf dem Pass vielleicht als seltener Durchzügler (von Süd nach Nord), vielleicht schon im vorigen DA(!). In Tallagen scheint in diesem DA die Waldhöhe noch kräftig waldbildend gewesen zu sein.

DA 7, 335–235 cm: *Alpiner Passwald mit Arven und Alpenrosen* (6300–4100 BP)

Erste Getreidepollen, erste *Plantago lanceolata*, Föhrenvernichtung in den Tälern, Lärchenrückgang am Pass und mässige Fichtenzuwanderung verkünden mit der neolithischen Besitzergreifung den kommenden menschlichen Einfluss. Ob der Pass bereits von Vieh beweidet und überschritten wurde? Die dahin zu deutenden Anzeichen sind noch sehr spärlich: Die Zunahme von *Veratrum*, Ranunculaceen und Rosaceen könnte dafür sprechen, indirekt auch das Erscheinen von *Calluna*. Vielleicht spricht auch die Zunahme von *Sparganium* und *Potamogeton* im See für leicht nitratreicheres Wasser. Wie aber ist das Erscheinen von *Empetrum* (und *Calluna*) und die Einwanderung von *Picea*, die postglazial stärkste Entwicklung der Blattfarne zu verstehen? Vielleicht liegt doch klimatisch eine zeitweise Abkühlung und Niederschlagszunahme zu Grunde (Frosnitz, Rotmoos?).

DA 8, 235–110 cm: *Waldvernichtung, Grünerlenbusch mit Picea* (4100–1000 BP)

Die Arve sinkt von 30% auf unter 10%, der Birkenanteil wird gering, die Fichte erreicht aber am Pass 5–11% der PS. Mehr als die Hälfte des Gehölzpollens liefert *Alnus viridis*, die die Erbfolge des genutzten, übernutzten und vernichte-

ten Passwaldes übernimmt. Arve und Lärche haben darin wohl vorerst als Gruppen und Einzelbäume an unabträglichen und schwer zugänglichen Stellen überlebt. Die Hochstauden gingen zurück. Die Zwergstrauchheide mit viel *Rhododendron* und Vaccinien hielt sich gut und wurde mit *Lycopodium* bereichert (*Lycopodium clavatum* und *L. selago*). Neben *Plantago alpina* tritt *Plantago lanceolata* häufig auf. Im See gedeihen *Sparganium* und *Potamogeton* gut.

DA 9, 110–0 cm: Baumlose Zwergstrauchheide-Weide (Rundhöcker, Sümpfchen, Weiderasen) (1000 BP bis heute/Mittelalter bis heute)

Der BP-Fernflug (ohne *Picea*-Fernflug) erreicht nur noch 10–20%. Der Ortspollen besteht zu 80–85% aus NBP. Die wenigen Grünerlengebüsche liefern heute noch die Hälfte des «BP». *Larix*-, *Pinus*- und *Picea*-Spaltöffnungen fanden sich in diesem DA keine mehr. Man kann nur im allgemeinsten Sinn vom Dominieren der menschlichen Eingriffe sprechen: die Eingriffe haben im frühen Mittelalter stattgefunden durch Waldvernichtung (oder Veranlassung der Waldvernichtung), heute dominieren das Vieh und die degradierte Natur. *Plantago*-Pollen erreichen zweimal 8%, meist *Plantago alpina*. Die Kleinstrauchheide hat sich in eine Zwergstrauchheide verwandelt mit viel *Calluna* und *Empetrum*, recht viel *Rhododendron* und weniger Vaccinien. Die Typen der ligulifloren Compositen mit ihrer windschnellen und weitreichenden Verbreitung «schmücken» die spärlichen Weiderasen (*Leontodon helveticus*, *L. autumnale*, *Crepis aurea*, *Hieracium silvaticum*). *Selaginella* und *Helianthemum* nutzen die Lichtung der Krautbestände aus, so auch *Gentiana campestris*-Typ (*G. ramosa*?).

Typische Weidepflanzen lassen sich nachweisen: *Senecio alpinus*, *Crocus albiflorus*, *Melandrium dioicum*, *Geranium silvaticum*, *Urtica*, *Polygonum (viviparum?)*.

Vom Tal herauf sind die torfigen Schichten durch Pollen von *Cerealia*, *Centaurea cyanus*, *Juglans*, *Vitis* markiert. Der *Artemisia*-Pollen ist typischerweise fast ganz verschwunden, wohl weil er zuvor nur ferntransportiert war.

Wir stellen die wahrgenommenen Entwicklungsstadien zusammen:

0–100 cm	Baumlose Zwergstrauchheide-Weide (Rundhöcker, Sümpfchen, Weiderasen)	1000 BP bis heute Mittelalter bis heute
100–235 cm	Waldvernichtung, Grünerlenbusch mit <i>Picea</i>	4100–1000 BP
235–335 cm	Alpiner Passwald mit Arven und Alpenrosen	6300–4100 BP
335–393 cm	Alpiner Passwald mit Arven, Lärchen, Birken	7800–6300 BP
393–402 cm	Lichter Lärchenwald als Waldgrenz-Vorwald	8900–7800 BP
402–418 cm	Initiale Waldgrenzphase	10000–8900 BP
418–485 cm	Jüngere-Dryas-Kaltphase, Pionierphase	11000–10000 BP
485II–405I cm	Alleröd, alpine Rasen	12000–11000 BP
490–405I cm	Präallerödzeitliche Pionierphase	ca. 13000–12000 BP

Diagramm 35: Simplon, Alter Spittel, Gampisch, 1885 m ü.M.

2,5 km in SSW-Richtung vom Hopschensee und ungefähr soviel von der Passhöhe (2005 m) aus führt die Simplonstrasse an das SW-Ende der Satteltalung des Simplons. Dort liegt ein weiter Stauboden von ungefähr 500 m Länge und Breite, auf dem das Gebäude des «Alten Spittels» (1845 m) steht. Am Südende erhebt sich ein kleiner Hügel, der den Namen Gampisch trägt mit einer Höhe von 1889 m. Dieser Hügel ist vom langen steinigfelsigen Berghang des Hübschhorns (3187 m) und von der Simplonstrasse durch eine tiefe Rinne vollständig getrennt. Zwischen seinen kulminierenden Rundhöckern trägt er ein wunderschönes kleines Moor (1885 m), das von nirgends her namhaften Zufluss erhalten kann, hydrographisch deshalb völlig auf das lokale Niederschlagswasser von seinen höchstens 8 m hohen Rundhöckern angewiesen ist. Das kleine Moor hat rund 20 m Durchmesser.

Es trägt im Mittelteil, wo ich bohrte, einen nassen *Trichophorum caespitosum*-Rasen mit viel *Eriophorum angustifolium*, am nördlichen Moorrand jedoch hochmoorartige Bülden mit *Carex pauciflora* und *Eriophorum vaginatum* und mit *Carex limosa* in *Sphagnum*-Rasen, *Carex fusca* und Ericaceae auf Bülden (*Calluna*, *Rhododendron*, *Vaccinium uliginosum* und *V. myrtillus*, *Empetrum hermaphroditum*), während daneben in Schlenken *Carex rostrata* und *Juncus filiformis* stehen. Die felsige Umrandung des Moores trägt 4 m hohe *Larix* und eine 1,5 m hohe *Picea*, viel Zwergstrauchheide und einige beweidete Stellen mit Nardetum. Im Norden des Moores befinden sich noch einige kleine Wassertümpel mit *Sparganium angustifolium* und *Alopecurus aequalis*.

Das kleine Moor auf dem Gampisch beim Alten Spittel ragt wie ein prüfender Finger aus der Umgebung. Meine Bohrung (1973) ergab:

0–330 cm	Flachmoortorf mit ziemlich vielen Pilzhyphen
330–350 cm	Übergang Torf/Gyttja
350–365 cm	Gyttja
365–430 cm	Tongyttja/Steinwiderstand

Die Datierungen lieferten eine gleichmässige Zuwachslinie:

B-2577	129 cm	3490 ± 80 BP
--------	--------	--------------

B-2578	230 cm	5750±100 BP
B-2579	327 cm	7140±140 BP
B-2580	377 cm	8160±200 BP

Küttel (1969) hat bei zwei Ergänzungsbohrungen zur Suche nach dem allerersten Sedimentationsbeginn im gleichen Moor und wohl fast an der gleichen Stelle noch 30 cm Tongyttja mehr erbohren können. Wir berücksichtigen das Ergebnis dadurch, dass wir seine drei ersten Diagramm-Abschnitte unserer Diagrammbeschreibung vorausschicken (Geonor-Bohrung):

DA 1 (Küttel), 471–463 cm: *Präallerödzeitliche (?) gehölzarme Pionierphase* (12500–12000 BP?)
Extreme *Artemisiaphase* (21%) mit *Juniperus*-Vorallerödspuren.

DA 2 (Küttel), 463–453 cm: *Allerödzeitliche Pinus-Fernflugphase* (12000–11000 BP)

Im Tümpel erscheinen zum ersten Mal *Pediastrum*. Alle Krautelemente werden durch den Einbezug des Fernflugs in die PS rechnerisch heruntergedrückt. Trotzdem bleibt *Artemisia* auf 2–4%.

DA 3 (Küttel), 453–432 cm: *Jüngere Dryas, Pionierphase* (11000–10000 BP)

Küttel äussert sich zurückhaltend und rein feststellend: die NBP nehmen zu, *Pinus* nimmt ab. Er fasst beides als Erscheinungen tieferer Lagen auf und bezeichnet die Passvegetation (ohne Belege) als Pioniervegetation. Seine beiden Bohrungen am Gampisch erfordern eine Bemerkung: trotzdem sie nur 50 cm entfernt erfolgten, fielen sie recht unterschiedlich aus. Die Hillerbohrung ergab einen einzigen und mächtigeren *Artemisia*-Gipfel in der Jüngern Dryas und die Geonorbohrung durchschnittlich niedrigere *Artemisia*-Werte mit zwei gut getrennten steilen Maxima, wobei vor dem zweiten Maximum ein *Juniperus*-Gipfelchen liegt, das der Hillerbohrung völlig fehlt. Es macht fast den Anschein, dass der zweite *Artemisia*-Gipfel bereits in das Praeboreal fällt. Auch sind manche NBP-Kurven dieses DA ganz abweichend, was den Verdacht weckt, im Abschnitt könnten kleine Materialrutschungen liegen. Übrigens stimmen die stratigraphischen Angaben im Text unter sich schlecht zu den Diagrammen.

Das kann man ebenfalls dahin deuten, dass während des Spätglazials kleine Profilveränderungen stattfanden, die man sich am liebsten als Folgen von Toteisbildung und -auftauen vorstellt.

DA 3 (Welten), 430–422 cm: *Ende der Jüngern Dryas und Beginn des Praeboreals* (10000?–9600 oder 9400 BP?)

Es ist auffällig, wie die Tiefenangaben der Bohrungen von Küttel sehr genau an unsere Bohrung anschliessen. Wir fügen folgende Beobachtungen hinzu: Der DA enthält so viele anspruchsvollere Elemente (*Centaurea jacea*, *Polygonum bistorta*, *Populus*, *Filipendula ulmaria*, *Alnus viridis*, *Selaginella helvetica*), dass wir den Wahrscheinlichkeitsschluss ziehen, dass er bereits ganz ins Praeboreal gehört, nur Widerschein der Jüngern Dryas darstellt, jedoch Zeugnis dafür ist, dass die Kaltphase noch weit ins Praeboreal hinein dauerte (oder nur wirkte?).

DA 4, 422–387 cm: *Gehölz-Pionierphase (Betula, Juniperus, Salix)* (9400–8400 BP)

Die Phase maximalen *Pinus*-Fernfluges könnte nach der Datierung dieses Diagramms erst um 9400 BP beginnen und bis gegen 8400 BP dauern, solange wir nicht über mehr und zuverlässigere Datierungen verfügen, die diesem Problem eigens gewidmet sind (Simplon-Hopschensee spricht für ein höheres Alter).

Eine ausgezeichnete *Salix-Juniperus*-Phase mit zunehmendem *Betula*-Bestand zeichnet diese einleitende Verstrauungsphase aus, der sich in nächster Nähe schon ordentlich viel *Alnus incana* beimischt. Bereits sind aber auch *Larix* (Pollen und Spaltöffnungen), *Pinus cembra* und vielleicht *Abies* eingewandert. Und doch greifen *Ephedra*-Vorkommen noch über den ganzen DA und steigt BP kaum über 50%.

DA 5, 387–354 cm: *Lärchen-Birken-Vorwald* (8400–7600 BP)

Die Lärchen-Spaltöffnungen treten massenhaft auf, obwohl die Gyttja noch tonig ist und der Baumpollen 50% wenig überschreitet. Im kleinen Teich gedeihen *Sparganium angustifolium* und *Potamogeton (alpinus?)*. Die Hochstauden sind wohlentwickelt (Umbelliferae, *Rumex*, *Filipendula ulmaria*). Was hält die Vegetation noch zurück? Ist es die Venediger-Schwankung?

DA 6, 354–285 cm: *Lärchen- und arvenreicher Birkenwald* (7600–6500 BP)

Der *Pinus*-Fernflug ist auf wenig über 50% abgesunken. Ein lichter Birkenwaldbestand (mit viel Lärche und wenig *Pinus cembra*) bekleidet Gampisch und die wasserreiche Talniederung und schafft ein ansteigendes Baumpollenprozent von 75%. *Alnus incana* und *Abies* haben sich im tiefsten Teil der Umgebung eingenistet. Der Pollen von *Rumex* und Umbelliferen nimmt stark ab, wohl als Folge der Windschutzwirkung des Birkengehölzes. Da umgekehrt *Lilium martagon* hier konstant auftritt, dazu *Veratrum*, ist anzunehmen, dass der Hochstaudentyp spezifisch anders geworden ist, vielleicht artenreicher. In der obern Hälfte des DA wird der *Carex*-Bestand mächtig und führt zur Verlandung und Torfbildung. Ist das Auftreten von *Trichothyrium (alpestre)* ein Anzeichen für reichlicheres Auftreten von *Pinus cembra* auf dem Gampisch? Vera Markgraf (1969, S. 25/26) schreibt darüber: «Nach E. Müller und Arx, 1962, handelt es sich um *Trichothyrium alpestre* (pseudophaeriale Ascomyceten), einen Hyperparasiten auf Pilzen die auf *Carex*-Blättern und *Pinus cembra*-Nadeln leben.»

DA 7, 285–145 cm: *Birkenreicher Arvenwald mit Lärchen* (6500–3900 BP)

Der weitere Abbau des *Pinus*- und EMW-Fernfluges um ca. 5600 BP spricht vielleicht für erste neolithische Rodungen im Tal, mag aber von der Zunahme von *Alnus incana* (und *Picea*?) unterstützt sein. Jedenfalls sind in diesem DA die *Pinus*-Spaltöffnungen reichlich, die *Juniperus*-Spalten spärlich. Das häufige Vorkommen von *Lonicera (coerulea!)*, *Rhododendron*, *Vaccinium* und *Empetrum* spricht für ein gutes Reifestadium des Arvenwaldes. Gleichzeitig entwickeln sich *Sphagnum*-Rasen und -Bülten mit den typischen Rhizopoden *Amphitrema* und *Euglyphia*. Das spricht alles für völlig natürliche Niederschlags- und Temperaturbedingungen für die Ansiedlung von Grauerlen, Grünerlen und Fichten (und nicht für primäre Förderung durch Nutzung und Beweidung, wie das Markgraf (1972) für die Fichtenausbreitung wahrscheinlich machen möchte).

DA 8, 145–107 cm: *Einbruch von Nutzung und Zerstörung* (3900–3100 BP)

Mit der Bronzezeit zeichnet sich ein Rückgang von Arve und Birke (und eine Lärchen-Zunahme!) ab, eine Zunahme der Grünerlenbestände, ein Zusammenbruch der differenzierten Moorgesellschaften. Erste Cerealia-Fernflugspuren.

DA 9, 107–0 cm: *Waldvernichtung, Grünerleninvasion* (3100–1000 BP?)

Die Kulturpollen stellen den Hintergrund dieser Grossveränderung dar. *Larix* und *Picea*-Spaltöffnungen bezeugen die Ortsanwesenheit der vereinzelt Lärchen und Fichten. Wahrscheinlich fehlt dem Diagramm die jüngste Entwicklung der Grünerlenvernichtung und der Verweidung der Landschaft.

Stellen wir auch hier die Entwicklungsschritte zusammen:

0–107 cm	Waldvernichtung, Grünerleninvasion	3100–1000BP?
107–145 cm	Einbruch von Nutzung und Zerstörung	3900–3100 BP
145–285 cm	Birkenreicher Arvenwald mit Lärchen	6500–3900 BP
285–354 cm	Lärchen- und arvenreicher Birkenwald	7600–6500 BP
354–387 cm	Lärchen-Birken-Vorwald	8400–7600 BP
387–422 cm	Gehölz-Pionierphase (<i>Betula</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Salix</i>)	9400–8400 BP
432–453 cm	Jüngere Dryas, Pionierphase	11000–10000 BP
453–463 cm	Allerödzeitliche <i>Pinus</i> -Fernflugphase	12000–11000 BP
463–471 cm	Präallerödzeitliche (?) gehölzarme Pionierphase	12500–12000 BP?

Anhang: Waldgrenze im Mittelwallis

Betrachten wir abschliessend die vegetationsgeschichtlichen Verhältnisse an der Waldgrenze des Mittelwallis: Uns stehen zur Verfügung unsere Diagramme vom Mont Carré aus dem Val d'Hérémence (2290 m), vom Simplon (2017, 1885 m) und aus dem Aletschgebiet (2330, 2290, 2017 m), dazu die Untersuchungen unserer Dissertanten V. Markgraf vom Böhnigsee (2095 m) und M. Küttel vom Simplon (2017, 1995 und 1885 m). Es hat sich herausgestellt, dass bereits der Nachweis der Existenz oder des Fehlens der spätglazialen Positivschwankung des Alleröds ein schwieriges Problem darstellt. Wir haben das in einem frühern Stadium der Forschung erlebt, als weder ¹⁴C-Datierung noch Laacher Bimstoff entscheidend zu Hilfe kamen (Simmentalerarbeit Welten, 1952).

Durch unser Diagramm Hopschensee und seine Datierungen (1964) und durch das Diagramm Obergurbs von Küttel (1974) mit dem Nachweis des Laacher Bimstoffs ist klar erwiesen,

1. dass sich das Alleröd in grosser Höhe als *Pinus*-Fernflugmaximum, das vorhergehende Präalleröd und die nachfolgende Jüngere Dryas klar als *Pinus*-Fernflugminimum auszeichnen, indem sich in der Höhe die Unterschiede in der Pollenproduktion der Föhrenwälder der tiefern Lagen deswegen so dominant abbilden, weil die ortseigene Pollenproduktion noch sehr klein ist.

2. Nach diesem Prinzip unterscheiden sich auch Jüngere Dryas und frühes Praeboreal, was bedeutet, dass das frühe Praeboreal in der Höhe der heutigen Waldgrenze überall noch vegetationsarm war.

3. Zwar macht *Artemisia*, auf die man sich für die Abgrenzung bis dahin vorwiegend abstützte, spiegelbildliche Bewegung, ist also scheinbar ebensogut verwendbar. Dieses Kriterium stützt sich, man erkenne es, auf dasselbe Prinzip des Fernfluges, weil nämlich in dieser Höhe auch der *Artemisia*-Pollen Fernflugpollen ist, also in den Kaltzeiten und gehölzarmen Zeiten der tiefern Lagen in grösserer Menge hinaufflog als in den Zeiten der Bewaldung. Freilich steht dieser Spiegelbildlichkeit von *Pinus* und *Artemisia* noch die Vorstellung im Wege, dass mit einer jeweiligen Klimabesserung eine «*Artemisia*-Kältesteppen-Stufe» höher gestiegen und die obern Lagen entsprechend stärker mit *Artemisia*-Pollen beschickt hätte. Eine scheinbar sehr vernünftige Ansicht! Danach müssten sich dann freilich Warmphasen in den höhern Lagen durch vermehrte *Artemisia* abzeichnen und nicht durch vermehrte *Pinus*. Der Schluss scheint zwingend: es gab keine *Artemisia*-Kältesteppen-Höhenstufe.

Die *Artemisia*-Kältesteppenvegetation ist nur Ersatzvegetation für die reliktschen Gehölzwälder, die Gebüschwälder (*Juniperus*, *Hippophaë*, *Salix*?), Birkenwälder (auch *Populus*?) und Föhrenwälder (welche Arten? auch Lärchen?), ist eine kollin-montane Vegetationsform ohne eigentliche Höhenstufenelemente. (Sie mag entsprechend in kontinentalen Gegenden höher hinauf gereicht haben als in ozeanischen, was dazu führte, dass Warmphasen in Berglagen stets noch relativ hohe *Artemisia*-Kurven aufweisen, z.B. im Alleröd und im Praeboreal.)

Betrachten wir die entsprechenden Diagramme, entdecken wir,

a) dass unser Diagramm Mont Carré 2290 m zweifellos im Alleröd beginnt (der Kurvenverlauf von *Betula*, Caryophyllaceen, Chenopodiaceen, *Rumex* unterstreichen diese Einstufung), wie wir das schon S. 108 erkannten, b) dass das Diagramm vom Böhningsee von Markgraf (1969) Alleröd nicht aufweist, sondern am Ende der Jüngern Dryas beginnt. Die in gemeinsamer Diskussion (Welten/Markgraf) geschaffene Trennung des Fernflugpollens vom Ortspollen und Nahflugpollen weist ein markantes *Pinus*-Maximum just bei einem (sekundären!) *Artemisia*-Maximum auf in einer Phase, die von Markgraf auf Grund des *Artemisia*-Maximums als Jüngere Dryas aufgefasst wird. Das Diagramm zeigt sein Gesicht, sobald man die übertriebene 10fache Diagrammstreckung zwischen 576 und 614 cm (und die mässige Streckung um das Zweifache von 500 bis 570 cm) auf den normalen Diagramm-Maßstab reduziert. Dann wird nämlich klar, dass das *Pinus*-Maximum um 602 cm ein typisches frühpraeboreales *Pinus*-Maximum darstellt, während die relativ hohen *Artemisia*-Werte ordentlich weit ins Praeboreal hineinreichen. Die pollenanalytischen Verhältnisse sind so klar, dass auch die ¹⁴C-Datierung bei 598 cm nichts an der Argumentation ändert. (Wohl möglich, dass die ¹⁴C-Probe zufolge von Toteisabschmelzvorgängen am Praeborealbeginn älteres Material erhalten hat, das das Ergebnis fälschte. Markgraf spricht S. 57 von durch Toteis verursachten Sedimentstörungen, die bis ins Atlantikum reichen.)

Dass sich böllingzeitliche Sedimente in hochgelegenen Muldenablagerungen finden, scheint durch unser Diagramm vom Hopschensee in Übereinstimmung mit Küttels Nachuntersuchung bestätigt, wo präallerödzeitliche Schichten 100 cm Mächtigkeit aufweisen. Sie werden durch Küttels Diagramm Simplon-Passhöhe, mit 75 cm Sedimentmächtigkeit, gesichert. Freilich ist in diesen und andern Fällen wahrscheinlich, dass die Sedimente knapp unter dem Alleröd noch zur Aufwärmphase des Alleröds gehören. Doch sprechen der hohe *Artemisia*-Gehalt und das Auftreten von schwachen *Juniperus*-Gipfelchen für die Existenz jener bewegten Böllingzeit i.w.S., wie sie im Tiefland nachgewiesen wurde. Wohl möglich, dass der nachweisbare Beginn der ersten Aufwärmphase von 13000 BP noch nirgends erfasst wurde und zudem etwas später eintritt wie z.B. in Wacheldorn (Heeb und Welten, 1972, S. 36/37). Erst sehr eingehende Untersuchungen werden das an der heutigen Waldgrenze nachweisen können, natürlich nur an Lokalitäten, die von den Egesen-Daun-Gletschern nicht mehr berührt wurden.

Alleröd und Jüngere Dryas waren an der heutigen Waldgrenze Zeiten der alpinen Pioniervegetation. Vielleicht sind es nicht nur methodische Gründe der differenzierten Pollenanalyse, die die Unterscheidung dieser zwei Spätglazialphasen erschweren, vielleicht sind die Unterschiede an der Waldgrenze so klein, dass sie sich der Unempfindlichkeit der heutigen Vegetation nähern, die durch kürzerfristige Gletschervorstöße kaum verändert wird.

In der Erscheinungsform des Pollendiagramms ist das frühe Praeboreal dem Alleröd verblüffend ähnlich. Ist das zugleich der Ausdruck der ähnlich hohen Lage der ^{180/160}-Kurven, die Eicher (1979) an vielen Orten nachgewiesen hat? Um so merkwürdiger ist die Folgeerscheinung: Verstrauchung und Vorwaldphase-Bewaldung. Entweder versagen im weiteren Verlauf vorläufig die sog. Paläotemperaturkurven oder bewirkt die längere Dauer oder bewirken die Klimaverhältnisse der kollinen Wanderwege andere Reaktionen. Was ist in dieser praeborealen Phase an «Glaziale» ausgelöscht, an «Postglaziale» eingeschaltet worden? Man hat immer zuerst an die Temperaturerhöhung gedacht und glaubte, die warmzeitlichen Vorgänge zu verstehen. Ist es, wie wir das schon bei der Diskussion der Fernflugscheinungen andeuteten, auch hier ein Wechsel von Kontinentalität zu ozeanischen Verhältnissen? Wäre das frühe Praeboreal kontinental (viel *Pinus*, noch recht viel *Artemisia*, z.T. mit Schwankungen, die Anlass gegeben haben zur Schaffung von Spätstadien etwa im Sinn des Piottino von Zoller (1960)? Wären Schlaten- und Venedigerschwankung von Patzelt und Bortenschlager (1973) solch frühe ozeanische Rückschläge innerhalb letzter Phasen eines spätglazial-kontinentalen Klimatrends, die zusammen bewirkten, dass überall die Bewaldung erst nach 8000 BP die heutige Waldgrenze erreichte?

Bei der Diskussion der Waldgrenze muss man zwei Grundgegebenheiten auseinanderhalten: die glaziale Artengarnitur und die interglaziale Artengarnitur. In der Zeit zwischen dem letzten Maximum der Würmvergletscherung und dem Jahr 10200 BP stand die glaziale Artengarnitur zur Verfügung, die zwar subalpin-alpine Kräuterelemente, doch keine subalpin-alpinen Gehölzelemente aufwies. In dieser Phase konnte sich keine eigentliche Gehölz-Stufenvegetation herausbilden. *Betula* und *Pinus silvestris* stiegen in guten Zeiten (nach ^{180/160}-Ergebnissen: Bölling-Alleröd und Praeboreal) so hoch, wie sie das aus physiologischen Gründen unter heutigen Verhältnissen vermögen: auf rund 1000 m im Bölling i.w.S. (vorwiegend *Betula* als Vorwaldart), auf 1600–1700 m im Alleröd und frühen Praeboreal (als *Pinus silvestris*). Die Bevorzugung der Art ist von speziellen lokalen Verhältnissen abhängig, dazu vielleicht vom Fortschritt der Bodenbildung. Deshalb kann man die Waldgrenze des Spätglazials nicht eine klimatische Waldgrenze nennen, sondern eine physiologische glazialer Sippen von *Betula* und *Pinus silvestris* (*Betula* scheint weniger höhentüchtig gewesen zu sein, wenigstens in den Sippen, die vorhanden waren).

Diese Grundgegebenheiten brachten es mit sich, dass in den Mooren bis 1500 m (Montana, Zeneggen-Hellelen) oder 1600–1700 m (Eggen, Bunschleren, Pillon) Alleröd und frühes Praeboreal *Pinus silvestris*-Wälder mit Hochstauden herausbildeten, während sich darüber bloss Fernflugbilder niederschlugen neben einer Krautpioniervegetation (und einzelnen Hochstauden!)

Das änderte mit dem Auftreten der interglazialen Artengarnitur. Was heisst Auftreten? Jedes Auftreten ist an sich ein Zuwandern. Doch ist immer noch und immer mehr fraglich, ob der Ausgangspunkt dieses Zuwanderns wirklich eine Reliktregion im klassischen Sinne war oder nicht vielmehr eine Vielzahl von zerstreuten Überlebensstellen. Das früh-

zeitige (fast urplötzliche) Auftreten von *Pinus cembra*, *Larix*, *Abies* lässt sehr an die Möglichkeit denken und verbietet es, aus statistischen Diagrammauswertungen Wanderwege zu konstruieren (die ja vorwiegend Reihen ökologischer Gunstsituationen darstellen).

Im Wallis zeigt sich in der Höhe der heutigen Waldgrenze (als Durchgangskontrollstation!) im allgemeinen eine *Betula-Juniperus*-Vorwaldphase, dann eine Lärchen-Vorwaldphase und schliesslich die Entwicklung des subalpinen Arven-(Lärchen-)Waldes. Wir konnten die volle Bewaldung auf 2000 m im Aletschwald und am Simplon verfolgen, diejenige alpiner Waldgrenzevegetation am Mont Carré (2290 m) und andeutungsweise auf Belalp (2330 m). Es ist interessant, dass diese beste Phase und Ausbildung in mittlern subalpinen Lagen (und darunter) knapp vor 8000 BP eintrat, in höhern Lagen zwischen 8000 und 7000 BP, also erst 2000–3000 Jahre nach Beginn des Postglazials. Z.T. mag an der Verspätung die mangelnde Bodenbildung schuld sein, z.T. ist es aber wahrscheinlich die boreale Kalt- und Gletscherphase der Venedigerschwankung, die Patzelt und Bortenschlager (1973) auf 8700–8000 BP datieren, und die als Doppelschwankung 300–400 m weiter vordrang als die neuzeitlichen Hochstände, also im Bereich der Waldgrenze doch wahrscheinlich wirksam war.

Die Zeit der guten Alpenwälder und der Waldgrenzhochlage mag bis in den Bereich von 5000–4000 BP gereicht haben, in Lagen um 2000 m in eingeschränktem Sinn bis gegen 3000 BP. Das Ende wurde überall durch die Nutzung durch Mensch und Vieh herbeigeführt (Neolithiker und Bronzezeit), allerdings vielerorts durch Klimarückschläge unterstützt (Rotmoos- und Löbbschwankung). Die eigentliche katastrophale Waldvernichtung geht in einer ersten Phase in die Eisenzeit (und Römerzeit?) zurück, in einer zweiten Phase ins Mittelalter.

Diagramm 36: Gondo-Alpjen, 1635 m

Was lag näher angesichts der Höhenstufen- und Zuwanderungsprobleme als auf der Südseite des Simplonpasses ein geeignetes Moor zu suchen, das Information versprach. Angesichts der Wildheit und Steilheit der Gondoschlucht ist es eher ein Glücksfall, dass sich auf der Südseite des Monte Leone, unweit Gondo, zufolge eines tektonischen Wechsels im Gefüge der penninischen Decken eine Stufe gebildet hat, die den Namen Alpjen führt und vermoorte Stellen aufweist. Die Alp ist zugänglich auf steilem Weg von der Alten Kaserne in der Gondoschlucht aus.

Die Sondierungen an vermoorten Stellen auf der Inner Alpa ergaben vorerst 1962 nur dürrtige Profile von einer Tiefe von 1–2 m. Ein neuer Bohrversuch 1964 (mit Karl Heeb) ergab 20 m nördlich der Hütten auf der Ostseite der Stauebene ein längeres Profil von 470 cm, das freilich mehrfach von sandigen Schichten unterbrochen war und endlich endgültigen Bohrwiderstand an Kies ergab.

Die kleine Stauebene von ungefähr 500 m Länge und 100–200 m Breite verdankt ihren ersten Ursprung wohl der Akkumulation des Gletscherbaches, der vom Alpjergletscher hart südlich des Monte Leone Gipfels (3553 m) herunterfließt und bei rund 1000 m Höhe in die Doveria mündet. Das Gletscherende liegt in der Luftlinie bloss 2,5 km von unserem Bohrpunkt entfernt in einer Meereshöhe von 2740 m (im Jahr 1967). In dem sehr steilen und felsigen Gelände sind auswertbare Gletscherstände kaum zu finden. Es scheint uns jedoch sicher, dass ein Egesen-Daun-Stand Alpjen erreicht hat. Leider erreichten wir dieses Niveau in unserer Bohrung nicht. Sie ergab folgende Stratigraphie:

0– 44 cm	Hypnaceen-Radizellentorf, oben stark verwittert
44– 69 cm	Grobsand
69–170 cm	Dunkelbrauner Flachmoortorf, Holz bei 120 und 145 cm
170–205 cm	Hellbrauner Moostorf
205–264 cm	Grauer toniger Sand
264–292 cm	Dunkelbrauner Flachmoortorf mit wenig Holz
292–308 cm	Grauer Grobsand
308–330 cm	Sandiger Torf
330–342 cm	Flachmoortorf, holzreich
342–376 cm	Braune Gyttja, bei 372 cm Holz
376–392 cm	Tonig-sandige Gyttja, graubraun
392–420 cm	Tonig-sandige Gyttja mit Holz
420–440 cm	Gyttja, leicht tonig
440–470 cm	Grobsand mit Kies/Bohrwiderstand

Die ^{14}C -Datierung ist bei so variabler Stratigraphie von besonderem Interesse:

B-699	77 cm	1400±100 BP
B-630	192 cm	3060±120 BP
B-631	287 cm	3740±120 BP
B-632	387 cm	4670±130 BP
B-633	430 cm	5310±100 BP

Die Vegetation der Stauebene ist die einer nassen subalpinen Heuwiese. In den nassen Partien im südlichsten Abschnitt sind Quellauflüsse mit *Carex rostrata*, *Juncus alpinus*, *Equisetum limosum*, *Parnassia palustris*, *Viola palustris*, viel *Drepanocladus exannulatus*, viel *Climacium dendroides*, wenig *Sphagnum platyphyllum*.

Wir heben folgende DA heraus:

DA 1, 470–385 cm: *Tannen-Föhren-Grauerlenwald* (ca. 5700–4700 BP)

Die Pollenanalysen repräsentieren wohl keinen Klimaxwald, sondern ein Mosaik: die nasse Stauenebene trägt einen Grauerlenwald, die besten randlichen Böden Weisstannen-Bestände, feuchte felsige Partien die weitaus dominierende Art des EMW, *Quercus* (wohl *robur*), die trockeneren exponierten Felsen *Pinus silvestris*, die Höhen über Alpien Lärchen und Arven. Spuren von *Picea* (Spaltöffnungen ab 405 cm!) und *Fagus* sind bereits im Gebiet. Hochstauden mit *Lilium martagon* sind vorhanden. Ericaceen (auch *Calluna* und *Rhododendron*) spielen schon eine Rolle.

Ob die groben Ablagerungen zwischen 470 und 450 cm das Ende der Frosnitzschwankung dokumentieren, die tonige Gytja zwischen 450 und 385 cm die Rotmooschwankungen, lässt sich vermuten, jedoch kaum klar herausarbeiten.

DA 2, 385–265 cm: *Fichte und Grünerle breiten sich aus* (4700–3550 BP)

Haben Lichtung, Grauerlenrückgang, Grünerlenausbreitung und Fichtenausbreitung im Neolithikum und in der nachfolgenden Bronzezeit etwas mit Nutzung und Rodung zu tun? Wahrscheinlich! Cerealia sind in 6 der 11 Spektren vorhanden (meist *Triticum*-Typ, wenig *Hordeum*). *Plantago lanceolata* tritt zweimal auf. Liguliflore Compositen sind stark vermehrt. *Abies* verschwindet fast ganz (beste Böden!).

DA 3, 265–205 cm: *Lichtung, Erosion, Fichtenrückgang* (3550–3250 BP)

Tonige Einschwemmung ohne Kies bedeutet eher \pm hohen Wasserstand als torrentielle Vorgänge. Fichtenrückgang und ausgedehnte Grünerlenbestände sprechen für starke, doch primitive Nutzung. Es scheint, dass die Lössschwankung an dieser Entwicklung ursächlich beteiligt ist.

DA 4, 205–130 cm: *Vernichtung von Grauerle, Grünerle, Eiche, starke Zunahme von Fichte* (3250–2200 BP)

Lokale Konzentration der Nutzung auf die Stauenebene und Aufkommenlassen der Fichte an den Hängen (mit Verdrängung der Grünerle) könnten Ursachen dieser eisenzeitlichen Entwicklung sein, die mehr *Plantago lanceolata* und weniger Cerealia aufweist.

DA 5, 130–90 cm: *Lichtung/Klimarückschlag?* (2200–1600 BP)

Rodungstätigkeit vernichtet wiederum die Fichtenbestände, gibt den Rasenbeständen mehr Raum, könnte aber auch durch die subatlantische Klimaverschlechterung unterstützt sein. Römerzeitliche Einflüsse lassen sich vermuten, treten doch *Juglans*-, *Vitis*- und *Castanea*-Pollen neben reichlichen Cerealiapollen auf. Interessant ist, dass *Alnus viridis* hier bereits fast ganz vernichtet wird.

DA 6, 90–70 cm: *Regenerationsphase* (1600–1300 BP/350–650 n. Chr.)

Eine allgemeine Fichten-, Grauerlen-, Tannen-Zunahme nimmt einen Teil des Graslandes wieder in Beschlag, während sich offenbar in der Tiefe *Juglans* und Cerealia (auch *Secale*) kräftig entwickeln.

DA 7, 70–0 cm: *Extreme Rodungsphase* (1300 BP bis heute/ca. 650 n. Chr. bis heute)

Die Baumpollen gehen von 60 auf 20% zurück, im frühen Teil mit starker *Larix*-Regeneration (nach landwirtschaftlichen Gesichtspunkten gefördert?) und mit *Castanea*-Ausdehnung im Tal. Wachstumsstillstand und Nutzung verhindern die Verfolgung der historischen Vegetationsentwicklung.

Anhang: Über die Fichtenausbreitung im Simplongebiet

Die gute Übereinstimmung der Fichtenausbreitung um ungefähr 4700 BP in Gondo-Alpien, Simplon–Alter Spittel und Simplon–Hopschensee ist bemerkenswert, zugleich aber die Unsicherheit der Zeitangabe, wenn man das einzelne Objekt für sich auswertet. Höhenlage und Konkurrenzverhältnisse spielen eben für das Hervortreten eines neuen Elements eine grosse Rolle. Deshalb ist der konkurrenzbedingte Wechsel *Abies/Picea* in Gondo-Alpien sehr prägnant, während sich in Simplon–Alter Spittel nur ein zwar deutlicher, doch schwacher Anstieg in der Zeit 4700–4000 BP auf wenige Prozent (3%) ohne ausgesprochene Konkurrenzaktion einer andern Art einstellt. In Simplon–Hopschensee dürfte der Anstieg auf 3% *Picea* kaum schuld sein an der Abnahme von *Betula* von 18 auf 9%, da gleichzeitig *Alnus viridis* von 4 auf 14% angestiegen ist. Man müsste aus diesen Feststellungen folgern, dass die 2–3% *Picea* auf dem Simplon in beiden Profilen noch als Fernflug zu betrachten sind. Dieser Schluss wirft dann allerdings die Frage auf, wann auf dem Simplon *Picea* erschienen ist. Ist das beim Alten Spittel um 3600 BP, als *Pinus cembra* leicht abnahm (und *Larix* zunahm!)? Am Hopschensee ist ein biologisches Indiz für das Erscheinen von *Picea* nicht vorhanden. Man kann nur ein künstliches oder konventionelles Kriterium verwenden, z.B. dass *Picea* 5% um 3100 BP erreicht und überschreitet. Das ist ein kritischer Beitrag zur Auswertung von Pollendiagrammen zur Ermittlung der Einwanderungschronologie.

Diagramm 37a: Robiei, Val Bavona (Tessin), 1892 m

Nur 7 km südlich von Bedretto liegt der heutige Stausee von Robiei, früher die Alpe di Robiei, in einem karartigen Bergkessel. Man erreicht die Lokalität von Locarno aus, indem man vorerst 24 km weit ins Maggiatal fährt bis Bignasco, von dort 10 km weit in das Seitental von Bavona bis San Carlo (936 m). Mit einer Seilbahn erreicht man die Karebene von Robiei auf rund 1900 m Höhe.

Der Karboden stellt die Prall- und Wendestelle der nordwärts schauenden Gletscher der Hochgipfel des Basodino (3273 m) dar und bietet darum schöne Sicht auf diesen höchsten der West-Tessiner Grenzberge. Geologisch befinden wir uns im Gebiet der penninischen Decken (Maggia-Decke und Bündnerschiefer). Von Robiei aus stürzten die Gletscher mit einer Wendung um 90° südwärts ins Bavonatal nach dem 1000 m tiefer gelegenen San Carlo. Über die Rückzugsstände der Gletscher ist uns nichts bekannt. Wir vermuten, dass die grossen Spätstände von Egesen-Daun die Alp Robiei eindeckten, da die heutigen Gletscher mit rund 2500 m Stirnhöhe (speziell vom Kastelhorn herunter) nur 7 km entfernt sind.

Wir wurden im Jahr 1965, als die Bauarbeiten für die Staumauer von Robiei bereits begonnen hatten, durch Holzfunde, die Bern datieren sollte, und von Organen der Maggiawerke auf das hochgelegene und einzustauende Moor aufmerksam gemacht. Ich schloss das Objekt gerne an meine Untersuchungspunkte im Wallis und im Simplongebiet an, zugleich als Verbindungsglied zu den Untersuchungen Zollers (1960) im Tessin. Ich unternahm im Spätsommer 1965 (August, September) mit meinem Sohn Rudolf das, was vor der völligen Zerstörung des Moores und dem Einstau im folgenden Jahr möglich war. Das Südende war bereits angeschnitten. Mit dem Bau der Staumauer war begonnen worden. Im westlichen, hintern Teil des Moores begannen Bagger den Torf auszulöffeln. Auf breiten Fahrstrassen wurde er höher hinauf westwärts abtransportiert. Der Hauptteil des Moores war noch ziemlich intakt.

Ein ganz eigenartiges und einzigartiges Moor ist auf Robiei vernichtet worden. Rund 500 m in die Länge (Süd-Nord) und 100–150 m in die Breite lag ein nasses Flachmoor mit zahlreichen runden Mooraugen von 5–15 m Durchmesser. Ich war ganz erinnert an die Pozzi in hochgelegenen Mooren von Korsika, nur waren dort die Wasserlöcher wesentlich kleiner. Vielerorts waren die Tümpel von Wasser durchströmt, in einigen Fällen war von diesem Durchfluss nichts zu bemerken. Die Tümpel waren steilrandig. Ihr Rand bestand aus glattgespültem gewachsenem Torf, der bis an den Rand voll tragfähig war. Die Hohlform war meist mit Wasser nicht voll ausgefüllt (August/September 1965). Stets fand sich aber unter 50–100 cm oberster Luftschicht eine Wasserschicht von 20–50 cm Tiefe, unter der einige Dezimeter Torfschlamm lagerten. Das Wasser war selten unbewachsen. Meist trug es dichte Vegetation von *Sparganium angustifolium* und *Potamogeton alpinus*, häufig, besonders in grossen Tümpeln, ein dichtes und grobes schwimmendes Stengelgeflecht von *Menyanthes trifoliata*.

Das Moor selbst war ausgeglichen eben und trug:

viel	<i>Trichophorum caespitosum</i>	<i>Potentilla erecta</i>
viel	<i>Carex fusca</i>	<i>Parnassia palustris</i>
viel	<i>Carex echinata</i>	<i>Viola palustris</i>
dazu	<i>Carex paupercula</i>	<i>Rhinanthus angustifolius</i>
	<i>Carex flava flava</i>	<i>Festuca rubra</i>
	<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Ligusticum mutellina</i>
	<i>Agrostis alba</i>	

Bevor wir auf die Bohrungen eintreten, sei auf die Umgebungsvegetation hingewiesen. Das südexponierte, enge und steile Talprofil von Robiei nach San Carlo zeigt:

um 1810 m	Lawinenrunsen mit <i>Alnus viridis</i> -Gebüsch, an den Steiflanken einzelne <i>Larix</i>
um 1550 m	Oberste Einzel-Buchen, unterste Lärchen und Grünerlen, keine Fichten
um 1350 m	Reichlich <i>Fagus</i> , vereinzelt <i>Quercus</i> und <i>Tilia</i>
um 1200 m	Viel <i>Fraxinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , wenig <i>Tilia</i>
bei 1050 m	(San Carlo) <i>Fraxinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> mit <i>Hedera</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Hepatica nobilis</i> , <i>Lamium flavidum</i> , <i>Sanicula europaea</i> , <i>Melica ciliata</i> und <i>M. uniflora</i> , <i>Brachypodium silvaticum</i> , <i>Teucrium chamaedrys</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> u.a.

Die Gunst der Südlage auf einem Bündnerschieferblock auf 1740 m Höhe zeigt folgende Aufnahme:

<i>Stipa pennata joannis</i>	<i>Trifolium montanum</i>
<i>Carex humulis</i>	<i>Helianthemum grandiflorum</i>
<i>Carex caryophyllea</i>	<i>Stachys recta</i>
<i>Carex sempervirens</i>	<i>Potentilla crantzii</i>
<i>Festuca crassifolia</i>	<i>Centaurea scabiosa alpestris</i>

Aufschlussreich ist der üppige Hochstaudenbestand am westexponierten Steilhang über dem Stausee (57 Arten, woraus folgende herausstechen):

<i>Alnus viridis</i>	<i>Chaerophyllum villarii</i>
<i>Salix grandifolia</i>	<i>Peucedanum ostruthium</i>
<i>Rosa pendulina</i>	<i>Geranium silvaticum</i>
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	<i>Rumex arifolius</i>

Lilium croceum
Lilium martagon
Aquilegia alpina
Paradisea liliastrum
Dactylis glomerata
Festuca rubra und *violacea*

Veratrum album
Vicia silvatica
Phaca penduliflora
Thalictrum minus
Dryopteris filix-mas
Dryopteris limbosperma

Unsere Vorarbeiten zielten zuerst auf Probesondierungen und Materialsicherung. Eine Liniensondierung von West nach Ost im vordern Teil des Moores zeigte, dass alle tiefern Teile des Moores stark von Sandeinschwemmungen beschickt sind, die mehrmals als Bohrhindernis wirkten. Immerhin ergab sich, dass der westliche Teil bei 16 m Abstand vom Fels wohl die stärkste Torf-Deckschicht von ca. 180–220 cm aufweist, worauf eine recht massive Sandschicht nach der Moormitte zu absinkt auf gegen 300 cm (bei 30 m Abstand vom Fels im Westen), während die kompakte Torfschicht eher abnahm. Unterhalb dieser Sandschicht war die Sandstreuung diffus über die darunterliegende Gytjtja verbreitet und wirkte kaum als Bohrhindernis. Dieses wurde erst blockierend

im Punkt 16 m vom westlichen Fels in 440 cm Tiefe,
im Punkt 33 m vom westlichen Fels in 610 cm Tiefe.

Probeanalysen hatten ergeben, dass im Punkt 16 m zu unterst *Picea* zwar fehlte, jedoch *Abies* vorhanden war und nach unten absank, während EMW und *Corylus* noch ziemlich hoch standen. Deshalb versuchten wir einen Monat später, diese Basisschicht zu durchstoßen. Das erreichten wir teilweise durch eine technische Bohrung, teilweise durch forcierte Handbohrung.

Die technische Bohrung, die uns freundlicherweise die Unternehmung der Maggia-Kraftwerke zur Verfügung stellte, arbeitete im weichen Gytjtja-Material für uns ungünstig: Die Bohrkernlänge, die ausgestossen wurde, erreichte meist die Vortriebslänge bei weitem nicht, so dass mit Kompression oder Ausquetschen von Material gerechnet werden musste (wie man das bei der Dachnowski-Sonde oft beobachtet). In der kritischen Tiefe, die uns Schwierigkeiten bereitet hatte (bei 500–600 cm) erreichte die technische Bohrung wassergetränkte Kiese und Sande, gelegentlich gröbere Steine, so dass keine kompakten Kerne erhältlich waren und die Probeentnahme beim Kernausstoss laufend zu retten versuchen musste, was noch einigermaßen zuverlässig aussah. So konnten wir zwischen 640 cm und 935 cm 24 Proben sichern, die meist aus Sand und Kies bestanden. Der tiefste Bohrkern 920–935 cm scheint Fels darzustellen.

Angesichts dieser problematischen Ausbeute der technischen Bohrung führten wir 3 m moorwärts vom technischen Bohrpunkt eine sorgfältige Hillerbohrung durch, um die allfällig nicht konnektierbaren Kernstücke einfügen zu können. Diese letzte Hillerbohrung auf Robiei (nach unserer Bezeichnung II/33) zeigt folgende Stratigraphie:

0–180 cm	Flachmoortorf, nach unten zunehmend sandführend
180–250 cm	Torfige Gytjtja, sandig
250–300 cm	Feinsandige Gytjtja
300–390 cm	Sandige Gytjtja
390–500 cm	Gytjtja (bei 437 Schluffbändchen)
500–565 cm	Schwarze Gytjtja mit sehr wenig Schluff
565–590 cm	Tonige Gytjtja
590–600 cm	Tongytjtja (Hillerbohrung, Bohrende)
Darunter bis	920 cm (Technische Bohrung) Schluff, Sand, Kies, Steine
920–935 cm	Fels (Bohrende)

Die pollenanalytische Untersuchung dieses Profils II/33 wird als Diagramm 3a reproduziert (48 Spektren). Es wird bestätigt durch das Diagramm der technischen Bohrung (II/30 mit 68 Spektren) und das Diagramm der ersten vollständigen Bohrung 3/16 (37 Spektren).

Folgende Datierungen wurden durchgeführt:

Diagramm 37a, Bohrung II/33:

B-2614a	237 cm	4350 ± 80 BP
B-2614b	338 cm	5680 ± 110 BP
B-2612	512 cm	8070 ± 130 BP
B-2613	537 cm	8480 ± 110 BP
B-2614	565 cm	9000 ± 140 BP

Bohrung II/30, technische Bohrung:

B-2606	284 cm (230 cm*)	4210 ± 80 BP
B-2607	416 cm (450 cm*)	7260 ± 100 BP

Bohrung 3/16:

B-2604	63 cm (77 cm*)	1400 ± 100 BP
B-2605	210 cm (270/280 cm*)	4920 ± 90 BP

(* Pollenanalytisch annähernd korrelierte Tiefen des reproduzierten Diagramms 37a der Bohrung II/33.)

DA 0, 920–610 cm: *Ende der Jüngern Dryas* (10400–10000 BP?)

Als DA 0 schicken wir das Ergebnis der untersten 300 cm der technischen Bohrung voraus. Dieser Abschnitt sandig-kiesig-steiniger Sedimente über die ganze Strecke bis auf den Fels hinunter kann dahin ausgelegt werden, dass er keine

Stillstands- und Beruhigungsphase enthält. Jedenfalls zeigte das Material nirgends den Charakter von Tongyttja oder gar Gyttja, wie das am Hopsensee am Simplon beobachtet wurde. Wir glauben darum die Möglichkeit ausschliessen zu müssen, dass in der Tiefe eine Allerödyttja liegt, die in der Jüngern Dryas überfahren worden wäre (vorausgesetzt, dass das bei 920–935 cm angebohrte Gestein Fels war). Die Feststellung schliesst nicht aus, dass der Gletscher allfällige Allerödblagerungen ausgeräumt hätte.

Die pollenanalytische Untersuchung bestätigt diese Auffassung und bestärkt die Zeitstellung. Die erhobenen Proben waren zum grössten Teil (14 Proben) pollenfrei. Die 6 pollenführenden Proben waren pollenarm und lieferten zusammen 1065 Pollen (beste Probe bei 640 cm, einige offensichtlich verschleppte Pollen nicht gerechnet). Betrachtet man auch hier die *Pinus*-Pollen als Fernflugpollen, ergibt sich von oben nach unten (von 640 bis 860 cm):

- a) der Pinusfernflug nimmt ab von 200% über 110% auf 29%,
- b) Baumpollen nimmt ab von 25 auf 5%,
- c) *Betula*-Pollen bildet einen Gipfel von 27% bei 685 cm und sinkt dann auf 5%,
- d) Gramineen steigen von 25% auf 50%,
- e) *Artemisia* fällt von 12% zuerst auf 3% und steigt nach unten wieder auf 6%,
- f) *Ephedra* kommt je einmal bei 640 cm und bei 750 cm vor,
- g) *Salix* ist oben 0, im mittlern und untern Teil 2%.

Man kann auch diese Reihe nicht wohl anders deuten denn als Tendenz zum Eintauchen in ganz schlechte Verhältnisse ohne Anzeichen einer Besserung in grösserer Tiefe.

DA 1, 610–583 cm: *Frühes Präboreal, Pionierphase* (9600?–9400 BP)

Der Fernflug erreicht Werte von 200 bis 318%, während *Betula* ansteigt von 9 auf 16% (z.T. auch Fernflug?), *Juniperus*-Werte um 2% liegen, *Ephedra* fast konstant vorkommt, *Artemisia* bei 10–8% steht. Im Wasser sind zum ersten Mal festgestellt: *Pediastrum*, *Sparganium*, *Myriophyllum spicatum*. *Pinus cembra*-Pollen sind vorhanden.

DA 2, 583–555 cm: *Weiden-Birken-Arven-Kräuter-Pionierphase* (9400–8800 BP)

Während im Tal die Hasel kräftig zunimmt, sinkt der Fernflug auf rund 160%, *Artemisia* auf 2–3%. *Larix* und *Abies* rücken näher. Wasser- und Sumpfvvegetation machen gute Fortschritte (*Myriophyllum*, Cyperaceen, *Allium schoenoprasum*?, *Valeriana dioica*). Kräuter und Hochstauden nehmen zu.

DA 3, 555–515 cm: *Mässige Rückschlagsphase* (8800–8100 BP)

Die Zunahme des *Pinus*-Fernflugs ist auffällig, während *Corylus* und EMW eher einen Entwicklungsstillstand aufweisen und *Abies* und *Larix* zunehmen. Zum ersten Mal treten *Veratrum* und *Vaccinium* auf.

DA 4, 515–435 cm: *Anspruchsvolle Gehölze in nächster Nähe* (8100–7000 BP)

Der Fernflug von *Pinus* sinkt stark, während der als Fernflug gerechnete Pollen von *Ulmus Maxima* erreicht und vielleicht als Nahflug gerechnet werden sollte. Möglicherweise wären *Abies*, *Corylus* und *Alnus non-viridis* ebenso zu behandeln. *Larix* und *Pinus cembra* sind vermutlich sporadisch im Gebiet (wenig Pollen und vereinzelte Spaltöffnungen). *Veratrum*, *Geranium*, *Lilium martagon*, *Heracleum*, *Astrantia* und Farnreichtum bezeugen gute Entwicklung der Hochstaudenvegetation, wie wir sie vom östlichen Hang über dem See beschrieben haben (mit viel *Salix appendiculata*?). Im See ist Massenvegetation von *Myriophyllum spicatum*, dazu *Sparganium* und *Potamogeton*.

DA 5, 435–318 cm: *Waldgrenzvegetation* (7000–5400 BP)

Arven, Lärchen, Weiden, einige Grauerlen (?) in lichtigem Stand, hohe Kräuterwerte, ganz speziell auch hohe Hochstaudenwerte sprechen für optimale Waldgrenzvegetation. *Myriophyllum* ist verschwunden, dafür *Potamogeton* reichlich vorhanden. Neben *Vaccinium* und *Calluna* erscheint *Rhododendron ferrugineum*. *Picea* ist im Nahflug zum ersten Mal erkennbar.

DA 6, 318–240 cm: *Schwache neolithische Kulturspuren* (5400–4400 BP)

Im Tal bricht der EMW zusammen. Der *Pinus*-Fernflug sinkt auf 20–30%. Der Einfluss der neolithischen Kulturen hat sich auf den Fernflug ausgewirkt. Mit der sporadisch einwandernden *Picea* hat sich auch *Alnus viridis* erste Wuchsorte erobert. Eine Veränderung der Krautvegetation bahnt sich an und eine Verarmung der Wasservegetation (das letzte aber vielleicht im Zusammenhang mit der Verlandung).

DA 7, 240–77 cm: *Einbruch der Kulturen und Grünerlen-Invasion* (4400–1500 BP)

EMW sinkt auf 2–3%, *Pinus* auf 10%, *Corylus* auf 1–2%, der Gesamtfernflug auf ungefähr 30%. Auch in-mittlern Höhen hat sich vieles verändert: *Abies* sinkt von 15 auf 5%, *Picea* steigt von 5 auf über 10%, so dass man ein Vorkommen auf dem Fluhrand von Robiei für möglich halten muss. Auf Robiei hat sich *Alnus viridis*, alles bedeckend, ausgebreitet, während Birken, *Larix*, *Salix* zurückgegangen sind. Gewisse Krauttypen nehmen ab (*Rumex*, Umbelliferen, Ranunculaceen, *Thalictrum*, liguliflore Compositen, *Heracleum*, *Botrychium*, *Selaginella*), andere nehmen zu (Rosaceen, *Plantago*, Farne, Cyperaceen, *Sparganium*, *Allium schoenoprasum*).

DA 8, 77–0 cm: *Weiderasen, Verheidung* (1500 BP bis heute) (nachrömische Zeit)

Das Grünerlenprozent hat sich auf 10–15% verringert. Gramineen erreichen wieder 30–35%, liguliflore Compositen

sind wieder fast so häufig wie vor der Erlen-Invasion. *Plantago lanceolata* und *Plantago alpina* erreichen Maxima, einerseits wegen vermehrten Austausches mit dem Tal, andererseits wegen Versauerungstendenzen des Weiderasens. Die Ericaceen-Zwergstrauchheide ist mächtiger und reichhaltiger entwickelt als je zuvor, was um so höher einzuschätzen ist, als sich unser Kontrollposten auf dem *Carex*-Moor befindet. Gleichzeitig werden auch *Lycopodium alpinum*-Sporen häufiger. Reiche und vielseitige Kulturen bezeugen Fernflugpollen aus den Tälern: *Cerealia*, *Juglans*, *Castanea*, *Cannabis* (die übrigens bis in die Römerzeit zurückreichen, *Castanea* eventuell in die Eisenzeit). *Fagus* reicht sporadisch zurück bis um 4700 BP, in deutlichen Spuren bis etwa 3200 BP.

Diagramm 37b: Robiei, Bodenprofil, 1965 m

Verheidung und Rohhumusbildungen im Umkreis des Moores veranlassten mich zur Entnahme und Untersuchung eines Rohhumusprofils 100 m über dem ehemaligen Moor. Auf dem Hügel oberhalb des östlichen Staumauerendes wurde ein Profil aufgegraben unter verheideter Vegetation:

<i>Leontodon helveticus</i>	<i>Avena versicolor</i>
<i>Homogyne alpina</i>	<i>Sieversia montana</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
<i>Astrantia minor</i>	<i>Empetrum hermaphroditum</i>
<i>Trifolium alpinum</i>	<i>Loiseleuria procumbens</i>
<i>Carex sempervirens</i>	<i>Arnica montana</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Gentiana purpurea</i>
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	<i>Polytrichum commune</i>

0 cm	<i>Polytrichum</i> , Oberflächenprobe
2 cm	Schwarzer Rohhumus mit Mineralstaub, durchwurzelt
5 cm	Schwarzer Rohhumus mit Mineralstaub, durchwurzelt
8 cm	Schwarzer Rohhumus mit Mineralstaub, durchwurzelt
11 cm	Dunkelbrauner Humus, \pm ohne Mineralstaub, feine Wurzeln
16 cm	Dunkelbrauner Humus, \pm ohne Mineralstaub, feine Wurzeln
20 cm	Dunkelbrauner Humus, \pm ohne Mineralstaub, feine Wurzeln
23 cm	Verwitterter Schieferfels
30 cm	Verwitterter Schieferfels
34 cm	Verwitterter Schieferfels
38 cm	Hartfels

Auffällig ist, dass der untere Teil des Profils (Proben 20, 16, 11 cm) starke Grünerlendominanz aufweist. Unter den Grünerlen mit vielen Farnen ist also der dunkelbraune Humus (verständlich: \pm ohne Mineralstaub) gewachsen. Von *Veratrum* gibt es interessanterweise in den Proben von 20 bis 8 cm stets 3 oder 4 Körner. Der eigentliche schwarze Rohhumus mit Mineralstaub ist unter stark abnehmender Grünerlenbedeckung unter dem Einfluss der bis auf 14% ansteigenden Ericaceen (bei 2 cm Tiefe: 8,4% *Rhododendron*, 2,5% *Vaccinium*, 1,4% *Calluna*, 0,4% *Empetrum*, 1,5% indeterminate Ericaceen, total 14%, dazu 2,5% *Lycopodium alpinum*!). Erst in der Oberflächenprobe geht das Prozent der ligulifloren Compositen herunter, was wohl heisst, dass es versauerte Weide ist, die verheidete. Die unterste Probe bei 23 cm ist pollenarm und fällt ganz aus dem Rahmen der Humusproben: mit fehlender *Picea* und 140% Fernflugpollen ist sie mindestens 7000 Jahre alt, stammt also aus der Zeit der ersten Bodenbildung, wofür die gefundenen *Abies*-Spuren charakteristisch sind.

Durch biostratigraphischen Vergleich lässt sich eine angenäherte Zeitbestimmung durchführen:

Die frühe Grünerlen-Humusbildung begann ungefähr um 4000 BP, die Verheidung durch Ericaceen und die Rohhumusbildung setzten um 2000 BP ein.

Einige Punkte seien rückblickend auf die Vegetationsentwicklung auf Robiei herausgehoben:

1. Unser Vergleich des dichter untersuchten obersten Profilabschnittes in Profil 3/16 mit unserem Diagramm 35a lässt noch folgende Präzisierungen herauslesen (unter der Verwendung der mehrfach abgesicherten Datierungen B-2604 und B-2605):

- früheste *Alnus viridis*-Spuren ab 7000 BP,
- erste deutliche Zunahme (5%) von *Alnus viridis* 4400 BP (2400 v. Chr.),
- mächtige Entwicklung von *Alnus viridis* ab 4200 BP (2200 v. Chr.),
- Maximum der Grünerlenexpansion um 3500 BP (1500 v. Chr.),
- erste *Juglans* um 2600 BP, kontinuierlich ab 2000 BP (\pm 0 Chr. Geb.),
- starke Abnahme der Grünerlenbestände 2000 BP (\pm 0 Chr. Geb.),
- maximale Baumpollen-Depression und kurzes NBP-Maximum 1900 BP (50 n. Chr.),
- kurze Regeneration der Baumvegetation von *Picea*, *Abies*: 1650 BP (300 n. Chr.)
Castanea-Maximum (Beginn der Verheidung wenig vorher)

- i) extreme Baumvernichtung ab 1400 BP (550 n. Chr.),
- k) Vernichtung des Moores durch Stauseebau (1965 n. Chr.).

2. Der Moorkessel von Robiei hat nie Bewaldung gekannt. Die beiden Holzdatierungen

<i>Larix</i>	B-675a	6200±100 BP	(Bern V, 1966, 8, 26)
<i>Pinus cembra</i>	B-675b	4520±110 BP	(ebenda)

stammen aus Verschüttungen auf der Fluhkante bei 1880 m Höhe (nicht aus dem Moor). *Larix* passt genau an die Stelle im Pollendiagramm, wo *Larix* das postglaziale Maximum von 2,5% erreicht hatte. Das Arvenholz stammt vom Beginn der Grünerlenphase.

Beim Vergleich der beiden Diagramme Robiei und Simplon-Alter Spittel mit fast genau übereinstimmender Meereshöhe fällt das Fehlen von Bäumen durch das ganze Postglazial auf. Am Simplon betrug das BP-Prozent fast über das ganze Postglazial über 70% mit den Hauptkomponenten Arve, Birke und Lärche. In Robiei brachten es Birken und Arven kaum über 20%. Selbst zur Zeit der Grünerleninvasion wurden 50% kaum erreicht (BP!). Das ist in Übereinstimmung mit den Angaben über die Waldgrenzen im Tessin, wie sie z.B. Zoller (1960, S. 53) darstellt: der Koniferengürtel, vorwiegend *Larix*, reiche bis etwa 1900 m hinauf.

Diese Feststellung steht in scheinbarem Widerspruch zu den Diagrammen und Folgerungen Zollers (1960) an den zwei Profilen der Alp Cadagno im Pioragebiet in der obern Leventina in übereinstimmender Höhenlage. Der Unterschied rührt vor allem daher, dass wir die anspruchsvollen Elemente und *Pinus non-cembra* nach unsern Begründungen aus der Pollensumme ausgeschlossen und dadurch ein realistischeres Bild erreicht haben.

3. Das Problem der Grünerlenexplosion soll am Schluss der Arbeit zusammenfassend behandelt werden. Da man es kaum auf Kultureinflüsse zurückführen kann, müssen die klimatischen und biologischen Ursachen geprüft werden. Wir vermuten, dass Zunahme der Ozeanität die Hauptursache sei.

4. Wir haben allen Grund, die letzte Vereisung der Mulde von Robiei in die Jüngere Dryas zu legen und vermuten darum Zeitgleichheit mit dem Komplex Egesen/(Daun) der Ostalpen.

5. Für die genauere Untersuchung der Ursachen der eigentümlichen Tümpel- oder Kolkbildung im eingestauten Moor von Robiei liegt noch Material bereit, das wir bis heute nicht bearbeiten konnten. Wir vermuten Erosion (Auskolkung) durch die Frühsommer-Schmelzwässer (während für die Pozzi auf Korsika chemische Einflüsse zusätzlich in Betracht gezogen werden).

Anhang: Biostratigraphischer Nachweis von Klimaschwankungen grosser Höhenlagen?

Ein Hinweis ist der Überlegung wert: das banale Pollendiagramm von Robiei kann in seinem «Hauptdiagramm» logischerweise Klimaschwankungen bzw. Gletscherschwankungen nicht abbilden, weil ihm die Mittel dazu fehlen. Sollte man also den Fernflug nicht aus der Pollensumme ausschliessen? Aber: Was sind jetzt Klimaschwankungen? Schwankungen im Fernflug aus den tiefen Tälern? Relativschwankungen Talfernflug/alpiner Ortspollen?

5 Versuch einer zusammenfassenden Auswertung

5.1 Zonierung

Jede vergleichende Darstellung erfordert eine chronologische Korrelation oder, mangels einer präzisen Chronologie, eine chronologisch angenäherte Zonierung.

In Anlehnung an die Arbeiten von Blytt und Sernander zwischen 1876 und 1894 und gestützt auf lange kritische ¹⁴C-Datierungsreihen aus skandinavischen Mooren schlugen Mangerud, Andersen, Berglund und Donner (1974) eine Gliederung des gegenwärtigen Interglazials (des Holozäns oder des Postglazials) vor, die die Blytt-Sernandersche Zonierung in der Bezeichnung und in den Hauptzügen beibehielt, wie auch wir sie in Mitteleuropa verwendeten (bes. auf Grund der grossen Arbeit von Firbas 1949), deren Grenzen aber auf Grund der Messungen der Radiokarbonmethode (unkorrigierte Werte) fest definiert wurden.

Die von den genannten Autoren vorgeschlagene Zonierung steht nicht im Widerspruch zur bisherigen Zonierung, stellt aber eine Präzisierung und damit eine wissenschaftliche Definition dar, die in unserer Zeit der Radiokarbon-Methode fällig geworden ist. In Mitteleuropa war in den letzten Jahrzehnten die Zonierung der Pollendiagramme mehr und mehr unbefriedigend, individuell, unsicher und gelegentlich sinnlos geworden.

Für das Spätglazial haben dieselben Autoren (1974) eine Gliederung vorgeschlagen, die wir für praktische Zwecke und internationale Verständigung übernehmen, solange wir noch so wenige gute Datierungsreihen besitzen und mit systematischen Schwierigkeiten der Datierung rechnen müssen.

Wir legen also unsern Pollendiagrammen die genannte Gliederung zu Grunde verwenden aber trotzdem, im engeren Sinn, die Zonennummern nach Firbas (1949):

	Chronozone	Zonen nach Firbas 1949	Radiokarbonjahre BP
			0 BP (1950 n. Chr.)
Postglazial	Subatlantische	X	
		IX	2500 BP
	Subboreale	VIII	5000 BP
	Atlantische	VII	8000 BP
		VI	9000 BP
Boreale	V	10000 BP (10200)	
	Praeboreale	IV	
Spätglazial	Jüngere Dryas	III	11000 BP
	Alleröd	II	12000 BP
		(Ältere Dryas Ic?) Bölling i. w. S.	Ib
	Älteste Dryas	Ia	14000-18000 BP?

So sehr auf diese Weise eine Straffung der Begriffe stattgefunden hat, so wenig ist auch in unsern Diagrammen eine völlig wissenschaftliche Zonierung mit einem Schlag und endgültig erreicht. Grundlage dieser angestrebten Zonierung bildet die zuverlässige ¹⁴C-Datierung. Schon die Messresultate der ersten Zeit der Radiokarbonatierung weichen gelegentlich noch von jüngern Messungen ab, Messresultate verschiedener Laboratorien können etwas differieren, die zur Messung verwendeten Materialien haben schon mehrfach Abweichungen ergeben vom pollenanalytisch zu erwartenden Alter, eine gewisse Unsicherheit durch natürliche oder künstliche Verunreinigung ist nicht völlig aus der Welt zu schaffen.

Wir haben in allen unsern Diagrammen in der Kolonne der Altersangaben die gemessenen ¹⁴C-Daten in Jahren BP am linken Rand eingetragen (vereinzelt unter Strichumrahmung), am rechten Rand und stets in Klammern die durch Interpolation ermittelten Jahrtausende BP. Dabei gingen wir so vor, dass wir in jedem Diagramm die Messdaten tiefenrichtig eintrugen, dazu konventionelle Altersangaben (wie Grenze III/IV, Grenze II/III, Grenze I/II, evtl. Grenze Ia/Ib), dann eine leicht angegliche Tiefe-Zeit-Kurve zeichneten und daraus die wahrscheinlichste Tiefe des jeweiligen Jahrtausends ablesen. Das Fehlen eigentlicher Tiefenmarken soll die statistische Unsicherheit der Angabe zum Ausdruck bringen. Die Grösse der mathematischen Unsicherheit hängt von so vielen Faktoren ab, dass sie nur gefühlsmässig von Fall zu Fall abzuschätzen ist.

Deshalb sind alle unsere zeitbezogenen Auswertungen vorläufig und mit recht grosser Unsicherheit behaftet, Ausdruck unserer Methode und Epoche. Diese Unsicherheit wird durch die relativ grosse Zahl von untersuchten Objekten vermindert, auch durch den Umstand, dass aus fast allen Objekten mindestens zwei Profile untersucht wurden. Zum vermutbaren allgemeingültigen Klima- und Vegetationsablauf treten aber oft lokale Abweichungen als stratigraphische Sonderentwicklung und Erscheinungen, die nicht einmal durch Profilvereihen zu eliminieren sind.

5.2 Stratigraphische Ergebnisse

5.21 Beginn der organischen Ablagerungen

Was versteht man unter organischer Ablagerung, und wie definiert man den Beginn organischer Ablagerung? In kalkreichen Gebieten beginnen die Profile meist mit der Ablagerung organogener Seekreide. Diese kann Ton oder organisches Material in sehr unterschiedlichem Anteil enthalten. Meist tritt aber die Seekreide als von Auge gut erkennbares helles Sediment zu Tage. Das ist die spätglaziale Ablagerung im Gebiet der Kalkvoralpen und -hochalpen. Sie nimmt in Tiefagen von 500 bis gegen 1500 m ihren Anfang in spurenweisem Anteil des organogenen Kalkes tief unten in der Zone Ia der Ältesten Dryas, wird dann zur reinen Seekreide im Bölling, spätestens im Alleröd bis in 1200 oder 1500 m hinauf. In Gebieten mit kalkarmem, tonigem Grundgestein kann die Seekreide aber lokal auch in Kalkgebirgsketten fehlen (Wallbach, Pillon, beide freilich über 1500 m hoch).

Im Alpenvorland scheint das Auftreten spätglazialer Seekreide vom Vorhandensein kalkhaltiger Moräne abzuhängen (Faulensee bei Spiez, Gerzensee, Murifeld, Moosseedorfsee, Burgäschisee). Im Rhonegletschergebiet fehlen spätglaziale Seekreiden fast ganz (Lörmoos, Gänsemoos, Burgmoos, Lobsigensee).

Wie erklärt sich aber das Fehlen spätglazialer Seekreiden oberhalb 1200–1500 m? Fehlen kalkhaltiger Moräne auch in Kalkgebieten? Fehlen der Eisbedeckung durch die grossen Talgletscher (was vorerst als ein und dieselbe Ursache erscheint)? Haben die tälerausfüllenden Gletscher das Vereisungsgebiet ausgehobelt und die Kalkunterlage freigelegt? Und hätte die fehlende Eisbedeckung oberhalb 1200–1500 m das überstehende Berg- und Hanggebiet der Kalkauswaschung preisgegeben über die ganze Würmeiszeit? Oder war die Klimalage so, dass sie im Spätglazial Bewaldung bis 1200/1500 m erlaubte, darüber nicht mehr? Die Vegetationsbedeckung hätte eine Begrenzung geschaffen, oberhalb welcher die Ablation in toniger Ausschwemmung bestand, unterhalb welcher sie durch die Bodenfestigung sistiert wurde. In der untern Stufe führten die Quellen aber kalkhaltiges Wasser, das durch die CO₂-Bildung des Wurzelraums in der Kalklösung stark unterstützt worden war. In stehenden Gewässern kam es durch die Assimilationstätigkeit der flutenden und schwebenden Pflanzen zur Kalkausfällung.

Es scheint also, dass organisches Leben und Seekreidebildung so eng verknüpft sind, dass man Seekreide stellvertretend als organische Ablagerung betrachten darf.

Das organische Material spätglazialer Seebodenablagerungen hat verschiedenen Ursprung:

- a) äolischen Ursprung: äolischer Klein- und Grobdetritus, Pollen und Organteile aus grösserer Entfernung, äolisches Material aus der nächsten Umgebung,
- b) Ortsvegetation: limnische Klein- und Grobdetritus-Gyttja, organisches Material aus Ufervegetation im weitesten Sinn, organisches Material aus Plankton und Schwimmvegetation,
- c) Humuskolloide: Dy (aus reifer Umgebungsvegetation),
- d) sekundär verschwemmtes organisches Material aus ältern Ablagerungen,
- e) teer- und asphaltartige Bestandteile der Felskorrosion.

Diese unterschiedliche Herkunft erschwert deren Auswertung in der Pollen- und Materialanalyse und in der ¹⁴C-Datierung.

Die Praxis der Erforschung spätglazialer Gyttjen hat bis heute kaum auf den verschiedenartigen Ursprung Rücksicht nehmen können, was deshalb erlaubt war, weil die meisten derartigen Ablagerungen in erster Näherung als primäre Gyttjen betrachtet werden durften. Hinweise auf sekundäre Störungen sind jedoch bekannt: ein unwahrscheinlich hohes ¹⁴C-Alter erhielten Zoller und Kleiber (1971, 1973) auf dem Maloja-Riegel, eine ungewöhnlich hohe Datierung Welten (diese Arbeit, Simplon, 12580 BP) für eine allerödzeitliche Gyttja. Ob die oben erwähnten Gründe d oder e zutreffen, ist noch unklar.

Einen Versuch für eine verfeinerte Grenzziehung im Anstieg organischer Substanz zeigt Küttel (1979, S. 31) durch eine Kurve des Glühverlusts am Profil Simplon–Hopschensee. Dazu ist allerdings zu bemerken, dass ich diese Grenze bereits an den frischen Bohrkernen von 1962 von Auge erkannte, wobei die sehr tonreiche Gyttja ihre dunkle Farbe freilich beim Trocknen eingebüsst hätte. Der geringe Glühverlust von 10% des Gewichts darf nicht unterschätzt werden; im nassen Zustand und volumenmässig dürfte das Organische doch 30–50% betragen haben in der Gyttja von Simplon–Hopschensee.

Das ausführlich dargestellte Beispiel macht eine theoretische Diskussion des Problems «Beginn der organischen Ablagerung» überflüssig. Stellen wir diesem Beispiel die Verhältnisse am Obergurbs im Diemtigtal des gleichen Mitarbeiters zur Seite (Küttel 1974): in diesem Profil konnte die Lage des Alleröds klar durch Laacher Bimstuff nachgewiesen

werden, während eine Datierung des ältesten organischen Materials erst wesentlich weiter oben, um 9000–10000 BP, möglich gewesen wäre.

Wichtiger als solche problematische Minimaldaten sind nach unserer Auffassung Pollendiagramme, die in genügender Zahl lokale Verhältnisse verstehen lassen, evtl. detaillierte Bodenanalysen. So sind bereits die einfachen Mineralpartikelzählungen in unsern Diagrammen 1–4 (Murifeld, Lörmoos, Wachsedorn) von unschätzbarem Wert, wie auch der Wechsel von Gytija und Seekreide aufschlussreich sein dürfte (Profile 1 und 2, wenn auch vorerst mehrdeutig). Sehr interessant und einmalig ist in der Reihe unserer Untersuchungen der Beginn der Flachmoortorfbildung in Wachsedorn-Untermooos am Ende der Ältesten Dryas (Ia, ca. 13000 BP). Es wäre aufschlussreich, durch Linienprofile den topographisch-ökologischen Bedingungen jener Sonderentwicklung nachzuspüren. Wahrscheinlich fehlen hier am Oberrand der Vergletscherung Toteis und tiefe steilrandige Mulden. Die Erscheinung deckt sich völlig mit dem initialen Torfaufwachs flacher Mulden in hochmontan-subalpiner Höhenlage, wie sie etwa Wallbach, Pillon, Belalp z.T., Bodmen zeigen.

5.22 *Der Jahreszuwachs*

Bei der noch recht geringen Zahl gesicherter ¹⁴C-Datierungen ist eine verfeinerte Zuwachsuntersuchung unmöglich. Wir beschränken uns auf den Vergleich der Zuwachsraten der verschiedenen Zonen unter sich. Bei Profilen, die unvollständig sind, ist die Zuwachsrate am Anfang oder Ende stets unsicher. Wir geben in der folgenden Tabelle zuerst die Zonenmächtigkeit in cm, dann darunter die Zuwachsrate in cm/100 Jahre:

5.221 Spätglazial, Zone Iab/II

Vom Bölling zum Alleröd nimmt im Tiefland und im montanen Bereich die Zuwachsrate meist zu. Das darf nicht einfach als vermehrte Produktion organischer Substanz gedeutet werden, sondern kann daher rühren, dass das Abschmelzen des liegenden Toteises mehr limnischen Lebensraum geschaffen hat, auch, dass dadurch die Durchströmung des Beckens reduziert und so die Materialverfrachtung durch Strömung vermindert worden ist.

Sehr interessant ist, dass im Moor von Wachsedorn auf 980 m Höhe die Produktion von Flachmoortorf fortgesetzt, doch leicht reduziert wurde.

Es ist denkbar, dass im Bölling ein geringer Zuschuss von anorganischer Substanz eine leicht höhere Zuwachsrate vortäuscht.

Eine starke Abnahme der Zuwachsrate, wohl im eben angedeuteten Sinn, zeigen Zeneggen-Hellelen auf 1510 m und Simplon-Hopschensee auf 2017 m Höhe.

Die absolute Mächtigkeit der Allerödzone schwankt zwischen 10 cm am Simplon und 58 cm im Murifeld bei Bern, ein Hinweis auf die Schwierigkeit der pollenanalytischen Untersuchungen und der ¹⁴C-Datierung im Hochgebirge. Wachsedorn produzierte 23 cm Flachmoortorf.

5.222 Spätglazial, Zone II/III

Fast alle Objekte zeigen einen starken Anstieg der Zuwachsrate in der Jüngern Dryas, eine Erscheinung, die man längst als Folge vermehrter Einschwemmung von Ton, Schluff, Sand erkannte. Unsere Profile von Murifeld, Lörmoos und Wachsedorn geben den Zuwachs feinsandiger Einschwemmung wieder. Auffällig ist abermals, dass Wachsedorn im Flachmoortorf nur wenig erhöhten Zuwachs zeigt. Unverständlich bleibt die Abnahme des Zuwachses im Etang d'y Cor, bei 1500 m, in Montana. Wohl eine lokale Erscheinung durch Zuflussablenkung, ev. Strömungsverstärkung. Im Profil Saanenmöser traten Verlandung und Stillstand des Wachstums ein.

5.223 Spätglazial/Postglazial, III/IV

Fast alle Zuwachsraten nehmen stark ab. Zunahmen zeigen dagegen Wachsedorn, Gänsemoos und Faulenseemoos. Wir vermuten, dass an den meisten Orten die Abnahme der anorganischen Einschwemmung stärker war als die temperaturbedingte Zunahme der organischen Stoffproduktion. Wachsedorn spricht für diese Deutung. Faulensee ist schwerer zu verstehen.

5.224 Frühpostglazial (im Sinn von Mangerud et al. 1974) IV/V

Vom Praeboreal zum Boreal sind die Zuwachsraten leicht abnehmend (Gänsemoos, Wallbach, Montana-Xirès, Eggen) oder gering ansteigend (Lac du Mont d'Orge, Zeneggen-Hellelen, Bitsch-Naters, Simplon-Hopschensee, Simplon-Alter Spittel, Untere Bunschleren).

Mächtigkeit der Zonen in cm und Zuwachsrate in cm/100 Jahre

Zone und Dauer in Jahren	Ia	Ib + c 1200	II 800	III 700	IV 1000	V 1000	VI + VII 3000	VIII 2500	IX-X 2500
Murifeld I 554 m	200	17 1,4	58 7,3	130 18,6	45 4,5				
Lörmoos 583 m		11 0,9	16 2,0	19 2,7	19 1,9				
Wachseldorn 980 m		39 3,4	23 2,9	22 3,1	39 3,9	60 6,0	185 6,2	50 2,0	40? 1,6?
Gänsemoos 795 cm	75	18 1,5	28 2,2	27 3,9	90 9,0	85 8,5	24 0,8		
Faulenseemoos 590 m	120	57 4,8	54 6,8	73 10,4	140? 14,0?				
Egelsee-Diemtigen 1000 m							259 8,7	480 19,2	205 8,2
Chutti-Boltigen 925 m	81	9 0,8	18 2,2	40 5,7	20 2,0				
Saanenmöser 1250 m	30	22 1,9	24 3,0	15 2,1					
Untere Bunschleren 1680 m	40	50 4,2	55 6,9	60 8,6	40 4,0	55 5,5			
Wallbach-Lenk 1885 m					43 4,3	30 3,0	80 2,7	(20) 0,8?	120 4,8
Pillon 1700 m					20 2,4	58 5,8	105 3,5	130 5,2	70 2,8
Leysin 1230 m	75	28 2,3	30 3,8	43 6,1	25 2,5				
Etang de Luissel 540 m								135 5,4	320 13,0
Lac du Mont d'Orge 640 m	33	24 2,0	39 4,9	73 10,4	30 3,0	35 3,5	395 13,1	300 12,0	550 22,8
Montana, Etang d'y Cor 1500 m		(22) 1,9	45 5,6	30 4,3	25 2,5	95 9,5	375 12,5	175 7,0	105 4,2
Montana-Xirès 1445 m		30 2,5	41 5,1	55 7,9	17 1,7	13 1,3	73 2,4		
Zeneggen-Hellelen 21 1510 m		83 6,9	14 1,8	93 13,3	10 1,0	22 2,2	90 3,0	186 7,5	360 14,4
Zeneggen-Hellelen, Diagr. 28 1510 m	28	40 3,3	15 1,9	52 7,4	14 1,4	15 1,5			
Grächen-See 1710 m							610 20,3	300 12,0	180 7,2
Mont Carré 2290 m				150? 21,4	45 4,5	35 3,5	95 3,2	70? 2,8	
Bitsch-Naters 1030 m					30? 3,0	36 3,6	102 3,4	120 4,8	340 13,6
Eggen ob Blatten 1645 m					50 5,0	20 2,0	133 4,4	162 6,2	45? 1,8?
Aletschwald 2017 m					15? 1,5	64 6,4	130 4,3	110 4,4	125 5,0
Greicheralp 1910 m							360?? 12??	300 12,0	
Belalp, Diagr. 29 2330 m							55 1,8	37 1,5	70 2,8
Belalp, Diagr. 30 2290 m							77 2,6	17 0,7	48 1,9
Bodmen I 1980 m								50 2,0	80 3,2
Simplon-Hopschensee 2017 m		90? 7,5?	16 2,0	72 10,3	7 0,7	11 1,1	125 4,2	95 3,8	175 7,0
Simplon-Alter Spittel		8 0,7	10 1,3	21 3,0	20 2,0	33 3,3	167 5,6	120 4,8	80 3,2
Gondo-Alpjen 1635 m								260 10,4	150 6,0
Böhnigsee, Moosalp 2095 m (V.M.)				25 3,6	5 0,5	30 3,0	170 5,7	80 3,2	300 12,0
Robiei, Val Bavona 1892 m					40 4,0	60 6,0	220 7,3	155 5,8	130 5,2

Eine starke Zunahme der Jahresrate verzeichnen Wachsedorn, Pillon, Montana Etang d'y Cor, Aletschwald, Robiei und ähnlich Böhnigsee (Markgraf 1969).

Im allgemeinen haben Praeboreal und Boreal, gemessen an der Jüngern Dryas und am folgenden Atlantikum, niedrige Zuwachsraten, was man als Folge niederschlagsarmer und aufwärmender Verhältnisse verstehen kann. Man kann freilich auch das Praeboreal als relativ kühlen Frühpostglazialabschnitt auffassen, versteht dann allerdings schlecht das Zuwandern anspruchsvollerer Bäume gerade in diesem Abschnitt und das starke Zurückschmelzen des Aletschgletschers. Diese Gegenargumente werden unterstützt von den $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Kurven Eichers (1979) und den Nachuntersuchungen Küttels (1976) über die Piottino-Schwankung Zollers (1960) und seiner Mitarbeiter (z.B. Müller 1972).

Eine gewisse Zunahme der Zuwachsraten in Zone V schreiben wir der Temperaturerhöhung und vielleicht einer frühen voratlantischen Zunahme der Niederschläge zu (wenn nicht eine gewisse Unsicherheit in der Grenzziehung oder gar nur in der ^{14}C -Datierung schuld sind am Ergebnis).

Von bedeutendem klimaindikatorischem Wert scheint uns abermals die Steigerung der Zuwachsrate in Wachsedorn zu sein, wo vermutlich die Bildung von Flachmoortorf durch die Temperaturzunahme günstig beeinflusst wurde (Zunahme der Zuwachsrate/100 Jahre von 3,9 auf 6,0 cm).

5.225 Mittleres Postglazial, Atlantikum V/VI+VII

Während die Zuwachsrate von Wachsedorn auf einem optimalen Wert von ca. 6,2 cm/100 Jahre (vgl. Heeb und Welten 1972) bleibt, also durch die als günstig angesehenen Feuchtigkeitsverhältnisse des Atlantikums nicht erhöht wird, steigt die Stoffproduktion im allgemeinen in den trockeneren Lagen des Wallis und in den höhern Berglagen.

Wenn der Zuwachs ausnahmsweise am Pillon und im Aletschwald abnimmt, dürften veränderte hydrologische Verhältnisse schuld sein.

5.226 Mittleres Postglazial; Subboreal VI+VII/VIII

Wir stellen fest, dass in Wachsedorn im Subboreal die Zuwachsrate stark sinkt und glauben, dass zwar weniger günstige klimatische Verhältnisse teilweise dafür verantwortlich sind, dass aber die Annäherung des Moorwachstums an eine obere biologische Grenze einen ebenso stark hemmenden Einfluss ausübt. Während in Wachsedorn menschlicher Einfluss noch unwahrscheinlich ist, kommt dieser als Störung in andern Objekten durchaus in Frage (z.B. Wallbach, Etang d'y Cor, Grächen, Belalp, Robiei, Böhnigsee). In andern Fällen tritt eher eine Zuwachsförderung ein: Egelsee, Pillon, Zeneggen-Hellelen, Bitsch-Naters, Eggen.

5.227 Spätes Postglazial (im Sinn von Mangerud et al. 1974); Subatlantikum VIII/IX

Dem Subatlantikum wird Feuchtigkeitszunahme und ein gewisser Temperaturrückgang zugeschrieben. Das erklärt kaum in allgemein zutreffender Weise, dass die Hälfte der Objekte vermehrt, die andere Hälfte vermindert wächst. Wahrscheinlich steckt hinter der Erhöhung des Wachstums am Etang de Luissel, am Lac du Mont d'Orge, in Bitsch-Naters und am Simplon-Hopschensee ein Höherstau für Bewässerungszwecke (evtl. Fischzucht), wie er z.T. urkundlich belegt ist. Doch beruht die Wachstumszunahme in Zeneggen-Hellelen wahrscheinlich direkt auf der Zunahme der Niederschläge, da dieses Objekt topographisch so ungünstig liegt, dass ein Höherstau kaum sinnvoll erscheint.

In andern Fällen kann das Absinken der Zuwachsrate ebensogut auf Kultureingriffen beruhen, auf Entwässerungsmassnahmen zur Gewinnung von Kulturland (z.B. Etang d'y Cor, Grächen, Eggen, Gondo-Alpjen, Robiei).

So aufschlussreich (und doch problematisch!) die Zuwachsraten im Spätglazial und frühen Postglazial waren, so mehrdeutig werden sie durch die menschlichen Eingriffe. Wesentliche Klimaindikationen sind in den jüngern postglazialen Abschnitten kaum mehr aus den Zuwachsraten zu lesen.

5.3 Das Spätglazial

5.31 Gliederung des Spätglazials

Als Spätglazial werden wie üblich die Zonen I, II, III bezeichnet. Ihre Abgrenzung war noch zur Zeit unserer Simmentalarbeit (Welten 1952) sehr problematisch. Seither haben Datierungen mit Radiokarbon die Gliederung präzisieren lassen. In höhern Lagen mit lokal beschränkter Vegetationsentwicklung und Vorwiegen minerogener Sedimente ist die Einstufung immer noch eine angenäherte. Erst vor ungefähr zwanzig Jahren gelang an der Tongyttja von Simplon-Hopschensee die Datierung des Alleröds in 2017 m Höhe und damit der Nachweis, dass sich bereits im Spätglazial Schnee und Eis bis nahe an die holozänen Grenzen zurückgezogen hatten. (Das Alleröd wird heute mit dem ^{14}C -Alter von 12000 bis 11000 BP datiert, evtl. 11700 bis 10800 BP).

Recht problematisch ist die Abgrenzung der vegetationsgeschichtlichen Abschnitte vor dem Alleröd geblieben. ¹⁴C-Datierungen von Pollendiagrammen und ^{180/160}-Paläotemperatur-Untersuchungen haben die interessante Tatsache zu Tage gefördert, dass um 13000 BP (ev. um 13300 BP) eine markante Temperaturerhöhung wahrscheinlich auf der ganzen Nordhalbkugel der Erde eintrat und starken Eisrückzug und auffällige Vegetationsförderung veranlasste (vgl. z. B. Mörner 1970a, b). Auf diese Befunde gestützt schlugen Mangerud, Andersen, Berglund und Donner (1974) vor, das Spätglazial mit dem Jahr 13000 BP beginnen zu lassen und in die Chronozonen aufzugliedern:

Jüngere Dryas	11000–10000 BP
Alleröd	11800–11000 BP
Ältere Dryas	12000–11800 BP
Bölling i.w.S.	13000–12000 BP

Auf Grund der bei uns durchgeführten ^{180/160}-Paläotemperaturuntersuchungen von Eicher (1979) an Süsswasser-Seekreiden übernehmen wir diese Gliederung. Wir heben hervor, dass gegenüber dem ältern System von Iversen (Firbas 1949) der Bölling-Abschnitt, der ursprünglich die Bezeichnung Ib trug und um 12300 BP begann, als erweiterte «Chronozone Bölling» nun den ganzen Abschnitt von der starken Erwärmung um 13000 BP bis zum Beginn der Ältern Dryas umfasst. Dabei ist, aus der Sicht der Skandinavier, der ganze frühere Abschnitt Ia («Älteste Dryas») in die Chronozone Bölling i.w.S. eingeschlossen worden, nicht aber, was man in Mitteleuropa darunter versteht. Unter Ia verstand man in Mitteleuropa stets den lokal verschieden langen Abschnitt vom Eisrückzug bis zum Bölling im alten Sinn (ca. 12300 BP). So liegt im Diagramm 2 vom Murifeld das Datum von 13860 BP in unserem Abschnitt Ia2, d.h. in einem jüngern Abschnitt der Ältesten Dryas, der bereits eine leichte Aufwärmung aufweist, die deutlich vor die neue Bölling-Chronozonengrenze von 13000 BP fällt.

So sehr wir uns der skandinavischen Chronozonengliederung anschliessen, möchten wir vorschlagen, die sog. Ältere Dryas als letzte der negativen Schwankungen des Bölling aufzufassen und mit diesem zu vereinigen. Man würde dann in der chronozonalen Grossgliederung des Spätglazials vorläufig die vier Abschnitte unterscheiden

Älteste Dryas	Bölling	Alleröd	Jüngere Dryas
13000 BP	12000BP	11000 BP	10000 BP

Die an zahlreichen Seeablagerungen von den Ost- bis in die Westalpen durchgeführten ^{180/160}-Seekreideuntersuchungen Eichers (1979), aber auch sämtliche neuern pollenanalytischen Untersuchungen ergeben, dass Bölling und Alleröd durch keinen grössern Klimarückschlag getrennt sind, lassen aber erkennen, dass alle spätglazialen Abschnitte Schwankungen zweiten Grades aufweisen. Diese Schwankungen zweiten Grades werden abhängig von den Entstehungsbedingungen des Profils und der Art und Intensität der Untersuchung deutlicher oder weniger deutlich sichtbar. Ob sie universell sind, wissen wir heute noch nicht.

Als besondere Schwierigkeit dieser differenzierten Untersuchungen kommt hinzu, dass das einzige logische Korrelationsmittel von Objekt zu Objekt, die ¹⁴C-Datierung, im Spätglazial prinzipiell und vom Material her Schwierigkeiten bietet. Wir haben zusammen mit Kollege Oeschger vom ¹⁴C-Labor Bern sehr viele Messungen im Übergangsbereich Alleröd–Jüngere Dryas–Praeboreal im homogenen Torf von Wachsendorn und in ähnlichem Material vom Zugerberg durchgeführt und festgestellt, dass die ¹⁴C-Daten im Bereich des Praeboreals und im Bereich der Jüngern Dryas stagnieren können (wenn nicht gar rückläufig werden).

Überdies weisen wir nachdrücklich darauf hin, dass wir in unsern Untersuchungen (Welten 1982a) der spätglazialen Übergangsabschnitte Mindel/Holstein und Riss/Eem fast stets so viele und so starke stratigraphische Störungen festgestellt haben, dass kaum je vollständige und richtige Bilder der Vegetationsentwicklung palynologisch rekonstruiert werden können. Sollte es am Übergang Würm/Holozän anders sein? Speziell auch am Übergang Jüngere Dryas/Praeboreal?

5.32 Besondere Züge der spätglazialen Vegetationsentwicklung im Untersuchungsgebiet

a) Die Grosserscheinung der Föhren-Bewaldung im Bölling-Alleröd-Interstadial ist für das ganze und erweiterte Untersuchungsgebiet typisch. Auffällig ist nur, dass in allen Untersuchungen, die weit genug zurückreichen, *Pinus* im Abschnitt Ia von allem Anfang an in geringen Prozentwerten vertreten ist. Wir halten für gesichert, dass dieser Pollen aus zahlreichen zerstreuten Reliktorkommen stammt und meist als Fernflug zu betrachten ist. Es stimmt mit dieser Vorstellung überein, dass das *Pinus*-Prozent in den ältesten Diagrammabschnitten der Zone Ia, wo die ersten Spätglazialentwicklungen von Steppenrasen (mit *Artemisia* und *Helianthemum*) auftreten, vorerst absinkt. Dagegen ist wahrscheinlich, dass solche Relikte in den Ostalpen und (vielleicht z.T. als *Pinus mugo*) auf der Westabdachung der Westalpen dichter und alpennäher standen, so dass sie dort bereits im Bölling lichte Bestände bilden konnten (vgl. I. Bortenschlager 1976, S. Wegmüller 1977). Aufschlussreich ist unter dieser Vorstellung die Erscheinung, dass im nordwestlichen Kalkvorallpengebiet der Abschnitt Ia oft ungewöhnlich hohe *Pinus*-Prozente zeigt (vgl. Untere Bunschleralp, Diagr. 13, Leysin, Diagr. 16, doch auch in Welten 1952, Regenmoos, S. 42, Bruchpass, S. 48). Müssen wir auch hier (und anderwärts?) lokale Relikte annehmen?

b) Der höhere Jahresniederschlag am Nordwestrand der Alpen, in Insubrien und am Südrand der Alpen scheint die Ausbreitung von *Pinus* (meist *silvestris*) im Bölling durch die Konkurrenz von *Betula* gehemmt zu haben. In ähnlicher

Weise hat die Konkurrenz zwischen diesen zwei Reliktholzarten recht abweichende Spätglazial-Diagrammbilder geschaffen als Ausdruck ökologischer Standortsunterschiede (vgl. Murifeld, Diagr. 2, und Lörmoos, Diagr. 3, dazu Faulenseemoos, Diagr. 9, und Wachselhorn, Diagr. 4). Eine übereinstimmende Beobachtung beschreibt Hanna Müller (1970, S. 87).

5.33 Gedanken zum Eisrückzug im Wallis

Es fällt auf, wie lang und wohlgegliedert der Spätglazialabschnitt Ia im nördlichen Alpenvorland und am Südabhang der penninisch-italienischen Alpen (Schneider 1978) ist, wie kurz er umgekehrt in den Walliser-Profilen entwickelt ist. In den Profilen 18a (Lac du Mont d'Orge), 19 und 20 (Montana), 21 (Zeneggen-Hellelen) ist er so kurz, dass man seine Existenz bezweifeln kann (auf Simplon-Hopschensee, Diagr. 34, ist das nicht weniger fraglich). Gut entwickeltes Ia gibt es erst ausserhalb des engern Rhonetals, in Leysin, Diagr. 16. Wir müssen diese Erscheinung auf das späte Zurückschmelzen der Walliser-Gletscher zurückführen. Sie scheinen alle ihren Hauptrückzug zu Beginn des Bölling-Alleröd-Interstadials vollzogen zu haben, also kurz vor 13000 BP. Andererseits sind, wie das die Diagrammgruppe 25–27 im Aletschgebiet beweist, in der Jüngern Dryas manche Gletscher weit, teilweise bis ins Haupttal, vorgestossen.

Das Detail der Gletschergeschichte der Seitentäler ist deshalb schwer zu ermitteln, weil bei der Steilheit der Topographie gute Moor- und Seeablagerungen fehlen. Interessante Lösungen dieser Fragen schlagen verschiedene quartärgeologische Arbeiten vor: Burri (1974), Winistorfer (1978). Unter Verwendung der geologischen und geomorphologischen Formen unterscheiden sie in den südlichen Walliserseitentälern ausser den rezenten Moränen (= hochgelegene Moränen) intermediäre Moränen, tiefreichende Talmoränen und einen Gletscherstand, der ins Rhonetal hinausreicht. Wir gehen auf ihren Versuch der zeitlichen Korrelierung mit den bekannten und den lokalen Rückzugsstadien nicht ein, sondern ziehen nur einige Schlussfolgerungen aus unsern eigenen Feststellungen.

a) Der klassische Hochstand des Aletschgletschers beim hohen Moränenweg und bei der Alp Eggen fällt in die Zeit der Jüngern Dryas. Die datierten Diagramme 25, 26, 27 reichen bis in die Zeit vor 10200 BP zurück. Er hat nach Geologen und Geomorphologen bis in die Gegend hart unterhalb Brig gereicht.

b) Die Pollenprofile von Lac du Mont d'Orge 640 m, Montana 1445 m und 1500 m und von Zeneggen-Hellelen 1510 m beginnen ihre Entwicklung am Ende der Ältesten Dryas, um 13200 BP.

c) So sehr das Fehlen tiefgelegener Profile im Haupttal des Wallis beklagt werden muss, darf man wohl schliessen, dass die zusammenhängende Talvergletscherung spätestens um 13200 BP verschwand.

d) Falls partielle Gletschervorstösse aus den Seitentälern bis ins Haupttal erfolgt sind, halten wir es für unwahrscheinlich, dass sie zeitlich zwischen 13200 BP und 11000 BP fallen, weil wir diesen Abschnitt heute für \pm einheitlichen, warmgetönten Interstadialbereich Bölling-Alleröd ansehen. Diese tiefen Vorstösse müssten ebenfalls noch vor 13200 BP fallen.

e) Da der originale Rhonegletscher ein so kleines Vergletscherungs- und Einzugsgebiet hat, müssen allerdings die Endphasen der Würmvergletscherung im Wallis aus den Seitental-Gletscherloben bestanden haben. Diese fallen nach unserer heutigen Vermutung in die Zeit von Gschnitz, (evtl. Bühl) der Ostalpen und dürften in die Zeit zwischen etwa 16000 und 13000 BP datieren.

f) In diese Zeit fällt wahrscheinlich der Stand des Aaregletschers bei Interlaken-Ringgenberg. Das bedeutet, dass die Zeit der Gletscherloben im Walliser Haupttal den sog. klassischen Rückzugsstadien Bern-Interlaken und Schlieren-Zürich-Hurden entsprechen könnte.

5.4 Das Postglazial

Wir haben den Gang der postglazialen Vegetationsentwicklung bereits 1957 (Welten 1958a) darzustellen versucht. Wir verweisen auf die übersichtlichen Abbildungen S. 152–155, deren Hauptzüge Gültigkeit behalten, denen jedoch einige Präzisierungen und Erweiterungen beizufügen sind, besonders in chronologischer Hinsicht.

5.41 Die Datierung

Die Datierung der damaligen Darstellungen ist durchwegs als provisorisch zu betrachten. Auch die heutigen Angaben bedürfen im einen oder andern Fall späterer Korrekturen. Die zuverlässigste Datierung ist am Profil von Wachselhorn erfolgt. Sie war dort durch unsern leider viel zu früh verstorbenen Mitarbeiter Karl Heeb (Heeb und Welten 1972) ein erstes Mal bearbeitet worden.

5.42 Das Praeboreal

Das Praeboreal lässt sich an seinem Anfang deshalb nur schwer datieren, weil das Sediment, besonders in Höhenlagen, noch reich ist an mineralischem Material und darum oft Störungen aufweist (vgl. Schlussbemerkung 5.31). Fast immer muss diese Grenze durch Extrapolation, pollenanalytische Vergleiche und Angleichung bestimmt werden. Es ist darum (abgesehen von Wachseidorn, Diagr. 6) unmöglich, chronologische Angaben aus dem Diagramm herauszulesen. Die Grenze 9000 BP gegen die Chronozone des Boreals ist etwas zuverlässiger, doch statistisch noch ungenügend gesichert.

5.43 Das Boreal

Um die meist graphisch interpolierte ¹⁴C-Zeit von 9000 BP zeigt die Vegetation folgenden Entwicklungsstand (Prozentwerte):

		<i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	<i>Larix</i>	<i>Corylus</i>	EMW	<i>Alnus</i>	<i>Abies</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>	NBP
I Lörmoos	583 m	9	21	-	48	18	1	-	-	-	3
Faulensee	590 m	6	34	-	37	21	2	-	-	-	3
Gänsemoos	795 m	7	19	-	48	22	2	-	-	-	1
Wachseidorn	980 m	3	41	-	38	11	1	-	-	-	4
Untere Bunschleren	1680 m	3	37	-	24	13	1	-	-	-	22
II Pillon	1700 m	2	66	-	3	2	1	-	-	-	26
Leysin	1230 m	19	68	-	3	6	1	-	-	-	7
Lac Mont d'Orge	640 m	19	66	+	1	2	6	-	-	-	4
Bitsch-Naters	1030 m	17	65	+	1	1	3	-	-	-	10
Montana	1500 m	18	69	+	2	1	1	-	-	-	4
Zeneggen-Hellenen	1510 m	19	68	+	2	2	2	-	-	-	5
Eggen	1645 m	9	65	+	1	3	3	+	-	-	14
III Simplon-											
Hopschensee	2017 m	18	4 cembra	3	-	-	-	+	-	-	68
Robiei	1892 m	5	2 cembra	1	-	-	-	4	-	-	90
IV Lago Viverone	220 m	4	25	1	9	21	2	1	-	-	26

Feinere geographische Interpretationen sind zufolge der Mess- und Interpolations-Unsicherheit nicht möglich. Es scheint aber erwiesen, dass die Lokalitäten der Gruppe I frühe *Corylus*- und EMW-Einwanderung aufwiesen und diese Elemente rasch zu guter Entwicklung kommen liessen.

Die Lokalitäten der Gruppe II zeichnen sich durch langdauernde *Pinus*-Dominanz und spärliche frühe Zuwanderung von *Corylus* und EMW-Elementen aus.

Die Gruppe III vertritt die hochgelegenen Standorte über 1700–1800 m, die im Praeboreal noch fast ohne Gehölz geblieben sind (wobei das Resultat deshalb etwas schematisch erscheint, weil wir den *Pinus*- und Warmwaldpollen als Fernflug ausschieden).

Als Gruppe IV ist ein Beispiel aus der Arbeit von Schneider (1978) vom Alpen-Südfuss in Oberitalien übernommen, das zeigt, dass dort die Warmgehölze früh über *Pinus* zu dominieren begannen, dagegen *Corylus* seltener war als im nordalpinen Vorland.

Von besonderer Bedeutung ist der Nachweis, dass *Larix* bereits im Praeboreal ins Bergland der Südalpen einwanderte und von dort aus das mittlere Wallis erreicht hatte. In der norditalienischen Ebene konnte Schneider *Larix* bereits im Bölling relativ reichlich nachweisen.

Abies zeigt eine ähnliche Einwanderungsgeschichte, hat aber das Wallis erst im Boreal zu besiedeln begonnen.

5.44 Stand der Vegetationsentwicklung am Beginn des Atlantikums (8000 BP)

		<i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	<i>Larix</i>	<i>Corylus</i>	EMW	<i>Alnus</i>	<i>Abies</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>	NBP
I Burgäschisee	465 m	1	5	-	49	39	4	+	-	-	2
Gänsemoos	795 m	1	2	-	60	32	5	-	-	-	1
Wachseidorn	980 m	2	6	-	52	16	3	-	-	-	27
Untere Bunschleren	1680 m	2	17	-	38	27	3	+	-	-	12
Pillon	1700 m	1	11	+	20	20	42	+	-	-	6
II Lac Mont d'Orge	640 m	10	39	+	13	14	3	+	-	-	9
Bitsch-Naters	1030 m	14	51	+	6	9	5	1	-	-	9
Montana	1500 m	30	50	+	3	8	1	+	-	-	4
Zeneggen-Hellenen	1510 m	22	48	5	11	2	2	+	-	-	5
Eggen	1645 m	8	69	+	2	2	3	2	-	-	15
III Aletschwald	2017 m	24	17 cembra	13	-	-	-	+	-	-	42
Simplon	2017 m	21	14 cembra	7	-	-	-	+	-	-	69
IV Lago Viverone	220 m	6	22	+	12	37	6	1	-	-	23

Gruppe I: Nördlich der Berner Alpen entwickelten sich die EMW-Arten mit sehr viel Haseln zu einem lichten initialen Trocken-Laubmischwald.

Im Mittelwallis (Gruppe II) bildeten Waldföhren und Birken (diese an Gewässern) lichtoffene Waldbestände, in denen die Warm-Laubmischwaldelemente an zusagenden (schluchtartigen und nordexponierten) Stellen sporadisch eingesprenkt waren, an sonnigen Stellen als Unterholz.

In den Hochlagen der Gruppe III herrschten alpine Krautsteppen und wuchsen sehr zerstreut Birken, Lärchen und Arven als Vorposten des Waldes.

Die lichten warmzeitlichen EM-Wälder der Gruppe IV enthielten wie schon im Praeboreal viel weniger *Corylus*-Beimischung als der nordalpine Bereich, dementsprechend aber auch mehr NBP. Trotzdem glauben wir die Erscheinung nicht als Annäherung an eine Trocken-Waldgrenze deuten zu müssen, sondern als pedologisch noch nicht voll entwickelte Eichenwald-Pionierphase.

Auch müssen wir daran denken, dass der in dieses Jahrtausend fallenden Venedigerschwankung der Österreicher (vgl. Patzelt 1973) mehrere Wechsel von kaltfeuchten und kontinentaltrockenen Klimaphasen entsprechen dürften, die dem Reifen eines Klimawaldes nicht förderlich waren. Sie scheinen auch die Waldentwicklung an der alpinen Waldgrenze gehemmt zu haben.

5.45 Die mesophytischen Interglazialwälder des Holozäns zur Zeit der jüngern prähistorischen Kulturen (Neolithikum und Bronzezeit, ca. 6000–3200 BP)

Die nachfolgende Tabelle stellt nicht, wie die vorhergehenden, Terminwerte für bestimmte Zeitpunkte dar, sondern von Auge geschätzte Mittelwerte für die Periode 6000–3200 BP:

		<i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	<i>Larix</i>	<i>Corylus</i>	EMW	<i>Alnus</i>	<i>Abies</i>	<i>Fagus</i>	<i>Picea</i>	NBP
I Burgäschisee	465 m	8	3	–	18	12	21	16	22	1	1
Gänsemoos	795 m	5	2	–	12	12	8	10	28	1	3
Wachseldorn	980 m	4	8	–	15	8	13	19	3	10	18
Wallbach	1885 m	5	7	–	–	–	3	30	2	20	30
Pillon	1700 m	3	8	+	6	15	5	25	1	15	26
II Lac Mont d'Orge	640 m	15	25	+	8	12	10	8	4	2	28
Bitsch-Naters	1030 m	20	30	+	8	10	22	3	1	1	10
Montana	1500 m	15	23	1	3	4	10	25	1	18	15
Zeneggen-Hellenen	1510 m	7	60	8	1	4	4	4	1	5	10
Eggen	1645 m	8	40	2	2	5	5	18	1	8	13
Grächen	1700 m	5	55	8	1	2	15	3	1	12	7
III Aletschwald	2017 m	9	60	cembra 2	–	–	–	–	–	7	16
Simplon-											
Hopschensee	2017 m	12	25	cembra 4	–	–	–	–	–	2	42
Mont Carré	2290 m	4	45	1	–	–	–	–	–	15	35
IV Gondo-Alpjen	1635 m	2	20	2	2	10	18	10	3	16	16
Lago Viverone	220 m	5	8	+	15	36	15	5	4	1	13

Nachdem sich im ältern Atlantikum die feuchtigkeitsliebenden Elemente *Ulmus*, *Fraxinus*, *Acer* überall etwas breit gemacht hatten, breiteten sich im Abschnitt zwischen 6000 und 3200 BP *Abies*, *Fagus* und *Picea* aus.

In der Gruppe I bildeten sich in Tieflagen der NW-Alpen Weisstannen-Buchenwälder, in hochmontan-subalpinen Lagen Weisstannenwälder, während gegen den Schluss dieses Abschnittes in den subalpinen Lagen die Rottanne einwanderte und die Weisstanne als Waldgrenzbaum verdrängte.

Diese vom Alpenrand reichlich bekannte Entwicklung dringt im Wallis nur in der Höhenstufe der sommerlichen Nebelkondensationen im Haupttal bis oberhalb Brig ein (Gruppe II). Sie war auf der Berneralpenseite bis in die Gegend des Aletschgletschers (s. Diagr. 26, Eggen, 1645 m) sehr gut entwickelt, schlechter auf der penninischen Seite. Heute reichen nur wenige Reliktexemplare über die Grenze Montana-Lötschental aufwärts.

Das Wallis behält in seinem typischen inneralpinen Trockengebiet die Dominanz der Waldföhre. Die Hochlagen (Gruppe III) über 1900 m erlebten eine starke Arvenausdehnung und die höchsten Baum- und Waldgrenzen. Diese lagen aber kaum über 2100–2200 m (2300 m?).

Die insubrischen Lagen der Südalpen (Gruppe IV) erfuhren eine gewisse Zuwanderung mesophytischer Elemente, behielten aber den Grundstock der feuchtwarmen EMW- und Strauchelemente. Die Hochlagen haben früh starke Weisstannenausbreitung, später dominante Rottannenwälder erlebt.

Das Problem der Zuwanderung und Ausbreitung der mesophilen Waldelemente von *Abies*, *Fagus* und *Picea* ist bereits von Firbas (1949) behandelt worden. Im Alpengebiet haben Wegmüller (1977) und Kral (1972, 1979) versucht, die bisherigen Datierungen und Pollendiagramme auszuwerten. Die Schwierigkeiten liegen auch heute noch

- in der ungenügenden und oft unzuverlässigen Datierung,
- in der Möglichkeit sekundärer Verschleppung von Pollenspuren (und von Material) beim Bohren,
- im Ferntransport von Pollen,

d) in der deutlichen Bevorzugung einer gewissen Höhenstufe durch diese Elemente (so dass zuverlässige Angaben für eine Region nur an Objekten aus der betreffenden Höhenstufe gewonnen werden können).

Wir haben unsere näherungsweise datierten Diagramme dahin ausgewertet, dass wir den Zeitpunkt der \pm zusammenhängenden frühesten Einzelvorkommen festhielten und für unsere Hauptregionen Mittelwerte mitteilen.

Wir erhielten folgende Daten (BP):

	Bernisches Mittelland	Westliches Berner Oberland	Mittelwallis Simplon	Südalpen (Schneider)
<i>Abies</i>	5500-7000	7000-8000	8000-9000	10000 (12000?)
<i>Fagus</i>	6000	6500	6500	7000
<i>Picea</i>	3000-5000	6000	6000-7000	6000

Für *Abies* scheint sich global ein Wanderweg von Süd nach Nord abzuzeichnen. Ob er im Detail den Mutmassungen und Auswertungen Zollers (1964) und Krals (1972, 1979) entspricht, wollen wir nicht diskutieren. Die zuverlässigen Tatsachen scheinen uns noch zu spärlich.

Für *Fagus* und *Picea* liegt offenbar unser Vegetationsquerschnitt quer zur Ausbreitungsrichtung (*Fagus* West-Ost, *Picea* Ost-West) und ist darum kaum auswertbar.

5.46 Einfluss der menschlichen Kultur auf das Pollendiagramm

Man geht fehl, wenn man glaubt, dass eine grosse Zahl von Pollendiagrammen viel Information über den menschlichen Einfluss auf die Vegetation vermittelt. Selten reicht ein Moor oder ein Seeprofil bis in die Gegenwart, selten ist es in den obersten Teilen so gut erhalten, dass es untersuchungswürdig ist, selten hat der Pollenanalytiker Anlass, seine Untersuchung auf dieses Problem zu konzentrieren.

Die Durchsicht unserer Diagramme ergibt, dass folgende Diagramme junge Abschnitte aufweisen, die nahe an die Gegenwart reichen. Meist sind die Kultureinflüsse im Text bereits ausführlich beschrieben worden. Wir fügen einige Angaben über den heutigen Zustand und die Gefährdung der Objekte bei.

Egelsee bei Diemtigen 1000 m (vernichtet, Stausee, Moorrest, S. 32).

Wallbach I ob Lenk 1885 m (gefährdet, beweidet, Text S. 35).

Etang de Luissel 540 m, St-Maurice-Lavey (gefährdet durch Deponien Text S. 40).

Lac du Mont d'Orge bei Sion 640 m (gefährdet durch Begehung und Deponien, Text S. 41ff).

Montana, Etang d'y Cor 1500 m (fast ganz vernichtet, Spazieranlagen, Text S. 46ff.).

Zeneggen-Hellelen 1510 m (gefährdet, beweidet, Text S. 50ff.).

Grächen-See 1710 m (sehr gefährdet, Badebetrieb usw., Text S. 56ff.).

Mont Carré 2290 m (gefährdet, beweidet, Text S. 59).

Bitsch-Naters 1030 m (vernichtet durch totale Torfausbeutung, Text S. 63ff.).

Aletschwald 2017 m (Stillstand, unter Naturschutz, durch touristische Einflüsse gefährdet, Text 68ff.).

Simplon-Hopschensee 2017 m (gefährdet, beweidet, die Wasserstandsregulierung kann erhaltend wirken, Text S. 75).

Simplon-Alter Spittel, «Gampisch» genannt, 1885 m (leicht gefährdet, beweidet, Text S. 86, sehr schutzwürdig).

Robiei, Val Bavona, Tessin, 1892 m (vernichtet, Stausee, Text S. 86-89).

Von den dreizehn Objekten sind in der Zeit unserer Tätigkeit vier sehr schöne Moore gänzlich vernichtet worden. Von den überlebenden sind die meisten durch fehlenden Ufer- und Begehungsschutz, meist durch Beweidung, gefährdet. Das beste tiefgelegene Objekt des Wallis, der Lac du Mont d'Orge bei Sion, wurde in bezug auf Anzeichen menschlichen Einflusses in einem Tagungsvortrag in Montpellier dargestellt (Welten 1979). Die beiden veranschaulichenden Figuren sind hier als Diagramme 18b aufgenommen. Bereits in Welten (1972) wurde auf die ungewöhnlich alten Spuren von Getreidekultur (5000 v. Chr.) hingewiesen, die unterstreichen, dass das Mittelwallis als sehr altes Kulturland zu betrachten ist. Vergl. S. 41 uff.

Ähnlich haben wir den menschlichen Einfluss im Aletschwald durch das Diagramm 27b und im Text S. 68 darzustellen versucht.

In engem Zusammenhang mit dem Problem der Kultureinflüsse auf das Diagrammbild steht die Frage des Einflusses von Klimaschwankungen und Gletschervorstössen auf den Ablauf der Vegetationsgeschichte. Wir haben einige Beobachtungen und Gedanken dazu S. 68 (Eggen) und S. 70/71 (Aletschwald) niedergelegt.

5.47 Grünerlenausbreitung und Kultureinfluss

Einen gewissen Kausalzusammenhang könnte man auch zwischen Kultureinflüssen und Grünerlenausbreitung suchen. Wir stellen deshalb den Zeitpunkt der explosionsartigen Ausbreitung von *Alnus viridis* in unsern Diagrammen zusammen (und entnehmen weitere Beispiele der Literatur). Parallel dazu merken wir die Reaktion einiger Waldgrenzbäume an («steigt» = höhere Prozentwerte, «sinkt» = niedrigere Prozentwerte).

	<i>Alnus viridis</i> Ausbreitung	Fichte	Arve	Weisstanne
Campra 1420 m (H.J. Müller 1972)	3800 BP	bleibt	-	sinkt
Acquacalda 1730 m (H.J. Müller 1972)	5000 BP	bleibt	sinkt	-
Lai da Vons 1991 m (C. Burga 1977)	5000 BP	bleibt	-	sinkt
Maloja 1870 m (Kleiber 1974)	4100 BP	bleibt	-	-
Robiei 1892 m	4000 BP	bleibt	-	sinkt
Gondo-Alpjen 1635 m	4600 BP	steigt	-	sinkt
Böhnigsee 2095 m (Markgraf 1969)	4000 BP	steigt	sinkt	-
Aletschwald 2017 m	3400	steigt (<i>Larix</i> steigt)	sinkt	-
Simplon-Hopschensee 2017 m	4000 BP	steigt	sinkt	-
Simplon-Alter Spittel 1885 m	4000 BP	steigt	sinkt	-
Eggen 1645 m	4000 BP	bleibt	sinkt	sinkt
Pillon 1701	3200 BP	bleibt	-	sinkt
Wallbach 1885 m	3-4000 BP	bleibt	-	sinkt

Wir müssen ausdrücklich feststellen, dass eine nennenswerte Ausbreitung von *Alnus viridis* im Kalkalpengebiet fehlt, ebenso in tiefern Lagen der Urgesteinsalpen, evtl. auch in solchen, wo Lawinesteilhänge fehlen (Grächensee 1720 m, Zeneggen 1510 m).

Auf der Suche nach der Bedingtheit der *Alnus viridis*-Ausbreitung stellen wir fest:

- dass der Grünerlenanstieg im Umkreis des Simplons mit starkem *Picea*-Anstieg korreliert ist,
 - in den westlichen Tessiner und Bündner Alpen und den westlichen Berner Alpen eine solche Korrelation fehlt und oft ersetzt ist durch einen *Abies*-Rückgang,
 - der Grünerlenanstieg im *Pinus cembra*-Gebiet von einem *Cembra*-Rückgang begleitet ist, in *cembra*-armen Gebieten von einem *Abies*-Rückgang,
 - dass der Grünerlenanstieg fast überall um ungefähr 5000–4000 BP einsetzt und sich mit beträchtlichen Werten bis in die Zeit um 2000–1000 BP erhält,
 - die Grünerle in Einzelpollen spurenweise im ganzen mittlern und ältern Postglazial zu finden ist,
 - dass Grünerlenzweige nach Auskunft und persönlicher Beobachtung im hintern Lötschental in Ermangelung andern Laubfutters für die winterliche Viehfütterung geschneitelt werden (bis in die Gegenwart),
 - dass nach dem heutigen Stand der Erforschung der postglazialen Gletscherhochstände die Zeit um 4000 BP keine Gletschervorstöße kennt (zwischen 5100 und 4400 BP fällt wahrscheinlich der Rotmoos-2-Vorstoss, wenn die entsprechende mineralische Phase im Torfprofil Rotmoos wirklich mit einem Gletschervorstoss zu korrelieren ist).
- a und b widersprechen sich und zeigen nur, dass *Picea* in dieser Zeit stellenweise in Zuwanderung begriffen war. e spricht gegen ein eigentliches Wanderphänomen, um so mehr als die Erscheinung im grossen und ganzen gleichzeitig eintritt.

Uns will scheinen, dass die plötzliche Ausbreitung der Grünerle fast nur als Folge von Kulturmassnahmen zu verstehen ist: Die starke Entwicklung der Alpwirtschaft am Ende des Neolithikums und besonders zu Beginn der Bronzezeit führte zur Vernichtung vieler Arven- und Weisstannenbestände (Schindelholz!), zur Verstrauchung der obern subalpinen Stufe. Möglicherweise kam die Grünerle der damaligen Alpwirtschaft entgegen: Schutz der gewonnenen Weidböden vor Lawinenbildung, Entwicklung üppiger Futter-Hochstauden, Schneitelfähigkeit. Und das alles zur Zeit besonders hoher Baum- und Waldgrenzen!

Oder müssen wir doch diese Grünerlenausbreitung als Grosserscheinung der alpinen Vegetationsgeschichte auffassen in dem Sinne, dass der Hebung der alpinen Baum- und Waldgrenze im Subboreal eine mächtige Ausdehnung der Grünerlen-Strauchgehölze als Pioniere verausging? Das Übergreifen der Gehölze auf die schneerutschgefährdeten alpinen Zwergstrauch- und Rasenflächen führte zur Selektion des lawinenfesten Vorholzes der Alpenerle. Klimabesserung und Waldgrenzhebung des Subboreals veranlassten Intensivierung und Höhersteigen der Alpwirtschaft, woraus der schwer entwirrbare Kausalnexus der «Grünerlenausbreitung» hervorging. Vermutlich greifen die beiden Komplexe ineinander.

Wenn diese Auffassung der Dynamik der Grünerlenphase richtig ist, muss das Subboreal unserer Diagramme neu betrachtet werden. Der Grünerlenstrauchgürtel bedeutet dann nicht einfach eine trostlose Reduktion der Waldgrenze, sondern Ausdruck einer komplexen Konkurrenzerscheinung zwischen steigender Gehölgrenze und intensivierter Alpwirtschaft, d.h. Beweidung und Holznutzung.

In den Diagrammen Maloja, Robiei, Aletschwald, Simplon-Hopschensee und Simplon-Alter Spittel ist nach dieser Auffassung die Obergrenze von *Alnus viridis* als klimatische Waldgrenze zu betrachten, nicht die Untergrenze. Die Untergrenze ist Symbol für den alpinen Hochwald. Das Grünerlengebiet steht schematisch für das Konkurrenzgebiet Wald/Wirtschaft, zeigt aber nur den rechnerisch und zeichnerisch «entmischten» *Alnus viridis*-Anteil. Das Kampfgebiet ist wesentlich grösser, und anderseits steigen Arven, Fichten, Lärchen als Einzelbäume und als kleinere Waldparzellen im Schema bis zur Baumpollen/Nichtbaumpollen-Grenze hinauf. Wir betrachten also die Strähne der Grünerle im Subboreal und Subatlantikum der Alpen als das pollenanalytische Abbild der Verwüstung der hochgelegenen Alpenwälder im Zuge der «Landnahme» durch die Alpenbewohner und ihre Viehwirtschaft. Das Dünnerwerden der Grünerlen-Strähne nach dem Mittelalter zu ist Ausdruck der letzten Gehölzvernichtung und der totalen Weidewirtschaft.

Zur Illustration früher alpwirtschaftlicher Rodungstätigkeit im Bereich der Waldgrenze sei auf das schöne Ergebnis Markgrafs (1969, S. 36) am Böhnigsee ob Visp und Zeneggen hingewiesen: In einem Profil am Böhnigsee auf 2095 m Höhe fanden sich in einer Holzkohleschicht Stücke von *Abies*. Im Profil oberhalb dieser Holzkohleschicht fehlte *Abies*-Pollen vollständig. Die Schicht wurde auf 2220 v. Chr. = 4170 BP datiert, was in Profil 1 genau auf den Hauptanstieg der Grünerle fällt. An dieser Stelle geht auch die Arve zurück, offenbar auch als Folge der Brandrodung (Vgl. auch die intensiven Rodungerscheinungen auf Zeneggen-Hellelen um 3600 BP, S. 52.)

5.5 Bemerkungen zur Methode der pollenanalytischen Landschaftsforschung der letzten 50 Jahre

Wir haben uns Mühe gegeben, die Methoden der Materialaufbereitung und der mikroskopischen Analysenarbeit auf einen modernen Stand zu bringen. Was man aber nicht in der Hand hat, sind die Untersuchungsobjekte in der Natur und in der vorgenommenen Region: Die guten Objekte sind sehr zerstreut oder fehlen ganz, haben auch jedes für sich seine individuellen Aufwuchs- und Störungsbedingungen, so wie jedes seine individuelle Vegetation ringsherum aufweist.

Die palynologische Landschaftsforschung der letzten 50 Jahre war darum mehr ein Entdecken als ein schrittweises, zusammenhängendes Arbeiten an vorgesteckten Zielen und Problemen.

Mitarbeiter und Kollegen mögen diese Situation bedenken beim Durchgehen meiner Ergebnisse und Überlegungen. Sie sind Vorarbeit.

5.6 Ergänzungen

Folgende Probleme sind im Anschluss an spezielle Einzelobjekte diskutiert worden. Die gewonnene Auffassung muss dort nachgesehen werden.

- a) Schwierigkeiten der Radiokarbon-Datierung im Spätglazial, S. 24/25, 28/29.
- b) Problematik der Ältern Dryas Ic, S. 54.
- c) Alleröd und Jüngere Dryas, Waldgrenze und Fernflug, S. 54/55.
- d) Die Waldgrenze im Mittelwallis, S. 82.
- e) Über die Fichtenausbreitung im Simplongebiet, S. 85.
- f) Klimarückschläge und postglaziale Gletschervorstöße: Eggen, S. 67/68.
- g) Postglaziale Klimaschwankungen im Klimaxwald-Gebiet des Aletschwaldes, S. 70/71.
- h) Nachweis postglazialer Klimaschwankungen oberhalb der Waldgrenze? S. 90.
- i) Methodik der Probeentnahme und Pollenausählung, S. 18/19.
- k) Spezielle Schwierigkeiten der Spätglazialuntersuchungen, S. 95/96.

Zitierte Literatur

- Ammann-Moser, B. (1975): Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 56, 74 S.
- Ammann, K. (1972): Palynologische Untersuchungen an alpinen Bodenprofilen im Grimselgebiet. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 11–12.
- (1975): Gletschnahe Vegetation in der Oberaar (Grimsel) einst und jetzt – Mitt. natf. Ges. Bern (N.F.) 32, 122–28.
- (1978a): Der Oberaargletscher im 18., 19. und 20. Jahrhundert. – Z. Gletscherk. Glazialgeologie 12, 253–291.
- (1978b): Gletschnahe Vegetation in der Oberaar einst und jetzt. Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. – Ber. über das internat. Symposium der Intern. Vereinig. Vegetationskde, Rintelen (20 S.).
- Baumann, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Eine floristisch-kritische und biologische Studie. – Archiv Hydrobiol., Suppl.-Bd. I, Stuttgart.
- Bodmer, R. (1976): Pollenanalytische Untersuchungen im Brienzensee und im Böödeli bei Interlaken. – Mitt. natf. Ges. Bern, (N.F.) 33, 3–20.
- Bodmer, R., Matter, A., Scheller, E. und Sturm, M. (1973): Geologische, seismische und pollenanalytische Untersuchungen im Böödeli bei Interlaken. – Mitt. natf. Ges. Bern (N.F.) 30, 51–62.
- Bortenschlager, Inez (1976): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols II: Kufstein-Kitzbühel-Pass Thurn. – Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 63, 105–137, Innsbruck.
- Braun-Blanquet, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation. – Stuttgart, 273 S.
- Burga, C. (1976): Frühe menschliche Spuren in der subalpinen Stufe des Hinterrheins. – Geographica Helvetica 2, 93–96.
- (1977): Pollendiagramm Lai da Vons in Exkursionsführer «Alpqua», 1977. – Vervielfältigtes Manuskript.
- Burri, M. (1974): Histoire et préhistoire glaciaires des vallées des Drances (Valais). – Eclogae geol. Helv. 67, 135–154.
- Christ, H. (1879): Das Pflanzenleben der Schweiz. – Zürich, 488 S.
- Damon, P.E., et al. (1972): Dendrochronological Calibration of the Carbon-14 Time Scale. Internat. Radiocarbon Dating Conference, Wellington, New Zealand, Contributions No. 57.
- Eicher, U. (1979): Die $^{18}O/^{16}O$ - und $^{13}C/^{12}C$ -Isotopenverhältnisse in spätglazialen Süßwasserkarbonaten und ihr Zusammenhang mit den Ergebnissen der Pollenanalyse. – Diss. Bern, Manuskript.
- Eicher, U. und Siegenthaler, U. (1976): Palynological and oxygen investigations on Late-Glacial sediment cores from Swiss lakes. – Boreas 5, 109–117.
- Fægri, K. und Iversen, J. (1950): Text-Book of Modern Pollen Analysis. – Kopenhagen, 168 S.
- Favarger, C. (1960): Recherches cytotaxonomiques sur les populations alpines d'*Arenaria ciliata* L. (sens. lat.). – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 70, 126–140.
- Firbas, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. – Jena, 480 S.
- Frey, H. (1934): Die Walliser Felsensteppe. – Zürich, 219 S.
- Früh, J. und Schröter, C. (1904): Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. – Bern.
- Gams, H. (1927): Von der Follatères zur Dent de Morcles. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 15, 760 S.
- Gilomen, H. (1941): Die Flora der westschweizerischen Kalkvoralpen. – Mitt. natf. Ges. Bern 1941, 1–29.
- Hainard, P. (1968): Signification écologique et biogéographique de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan. – Boissiera 15, Genève, 150 S.
- Häni, R. (1964): Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. – Mitt. natf. Ges. Bern (N.F.) 21, 75–97.
- Heeb, K., und Welten, M. (1972): Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aarretal unterhalb Thun und dem obern Emmental. – Mitt. natf. Ges. Bern (N.F.) 29, 2–54.
- Hess, E. (1933/34): La forêt d'Aletsch, monument naturel. – Bull. Murithienne 51, 78 S.
- Hess, H.E., Landolt, E., und Hirzel, R. (1967): Flora der Schweiz. – Basel.
- Imhof, E. (1900): Die Waldgrenze in der Schweiz. – Gerlands Beitr. zur Geophysik 4.
- (1965ff.): Atlas der Schweiz. – Wabern-Bern.
- Keller, P. (1928): Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer-Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 8, 128 S.
- (1935): Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des Wallis. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 80, 17–74.
- King, L. (1974): Studien zur postglazialen Gletscher- und Vegetationsgeschichte des Sustenpassgebietes. – Basler Beitr. zur Geographie 18, 123 S.
- Kral, F. (1972): Grundlagen zur Entstehung der Waldgesellschaften im Ostalpenraum. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 173–186.
- (1979): Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. – Veröff. Inst. Waldbau Univ. für Bodenkultur Wien, 175 S.
- Küttel, M. (1974): Zum alpinen Spät- und frühen Postglazial: das Profil Obergurbs (1910 m) im Diemtigtal, Berner Oberland, Schweiz. – Z. Gletscherk. Glazialgeol. 10, 207–16.
- (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und zum Gletscherrückzug in den westlichen Schweizeralpen. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 89, 9–62.
- Lüdi, W. (1931): Beiträge zur Floristik des Kantons Bern. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 40, 56–86.
- (1935): Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 11, 344 S.
- (1939): Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 15.
- (1945): Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des Grossen Aletschgletschers. – Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel in Zürich 1944.
- (1950): Die Pflanzenwelt des Aletschreservates bei Brig. – Bull. Murithienne 67.
- (1958): Verhandlungen der vierten internationalen Tagung der Quartärbotaniker in der Schweiz vom 6.–16. August 1957. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 34, 176 S.
- Mangerud, J., Andersen, S.T., Berglund, B.E., und Donner, J.J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. – Boreas 3, 109–126.
- Markgraf, V. (1967): Spät- und nacheiszeitliche Bildungs- und Vegetationsgeschichte eines Hochmoorrandes im schweizerischen Mittelland. – Bot. Jb. 86, 537–548.
- (1969): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. – Bot. Jb. 89, 63 S.
- (1972): Die Ausbreitungsgeschichte der Fichte (*Picea abies* H. Karsten) in der Schweiz. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 165–172.
- Moeckli, E. (1952): Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsgeschichte der Umgebung von Bern unter besonderer Berücksichtigung der Späteiszeit. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 32.
- Mörner, N.-A. (1970a): A Late Weichselian Climatic Zone System for Southern Scandinavia and Related Areas. – Geol. För. Stockholm Förh. 92, 236–238.
- (1970b): Comparison between Late Weichselian and Late Wisconsin ice marginal changes. – Eiszeitalter und Gegenwart 21, 173–176.

- Müller, Hanna (1970), in: Internat. pollenanalytische Tagung in Frankfurt a.d. Oder (DDR) 1969. – Frankfurt a.d. Oder.
- Müller, H.J. (1972): Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. – *Flora* 161, 333–382.
- Oeschger, H., et al. (1959): Bern Radiocarbon Dates I. – *Amer. Sci., Radiocarbon Suppl.* 1, 133–143.
- Oeschger, H., und Riesen, T. (1965): Bern Radiocarbon Dates IV. – *Radiocarbon* 7, 1–9.
- (1966): Bern Radiocarbon Dates V. – *Radiocarbon* 8, 22–26.
- (1967): Bern Radiocarbon Dates VI. – *Radiocarbon* 9, 28–34.
- Oeschger, H., Riesen, T. und Lerman, J.C. (1970): Bern Radiocarbon Dates VII, *Radiocarbon* 12, 358–384.
- Oeschger, H., et al. (1977): Liste der Schweizer ¹⁴C-Daten I. – Bern.
- Olsson, J.U. (Hrsg.) (1970): Nobel Symposium 12: Radiocarbon Variations and absolute Chronology, Stockholm.
- Patzelt, G. (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – *Z. Geomorph. (N.F.)* 16, 25–72.
- Richard, J.-L. (1968): Les groupements végétaux de la Réserve d'Aletsch. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 51, Karte und 30 S. Text.
- Rytz, W. (1938): Pollenanalyse eines Torfmooses in der Schosshalde bei Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* 1937, 41–43.
- Sauter, M.R. (1960): Le Néolithique de Saint-Léonard, Valais. – *Ur-Schweiz XXIV*, 2, Basel 27–33.
- Schmid, E. (1950): Vegetationskarte der Schweiz 1:200000. – *Pflanzengeogr. Komm. Schweiz. natf. Ges.* 1944–1950.
- Schneebeili, W. und Röthlisberger, F. (1976): 8000 Jahre Walliser Gletschergeschichte. Ein Beitrag zur Erforschung des Klimaverlaufs in der Nach-eiszeit. – *Die Alpen, Zeitschrift des Schweizer Alpen-Clubs* 52, 152 S.
- Schneider, R. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). – *Bot. Jahrb. Syst.* 100, 26–109.
- Schweingruber, F.H. (1972): Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare (schweizerische nordwestliche Randalpen). – *Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen* 48, 195–504.
- Strasser, W. (1972): Die Vegetation des Seeliswaldes im Reutigenmoos südlich von Thun.–*Mitt. Naturwiss. Ges. Thun* 7, 15–127.
- Tauber, H. (1965): Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagrams. – *Danmarks Geol. Unders II/89*, Kopenhagen.
- Troels Smith, J. (1955): Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. – In: *Das Pfahlbauproblem*. Basel, 11–58.
- Uttinger, H. (1949): Die Niederschlagsmengen in der Schweiz, 1901–1940. – Zürich, Karte und 27 S. Text.
- Villaret-von Rochow, P. und M. (1958): Das Pollendiagramm eines Waldgrenzmooses in den Waadtländer-Alpen. – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 33, 232–240.
- Wegmüller, H.P. (1976): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Fanengebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). – *Bot. Jahrb. Syst.* 97, 226–307.
- Wegmüller, S. (1958): Ausschnitt aus der jüngeren Vegetationsgeschichte des Hohgantgebietes. – *Mitt. natf. Ges. Bern (N.F.)* 17, XLVII–IL.
- (1966): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 48, 143 S.
- (1977): Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné). – Bern, 185 S.
- Wegmüller, S. und Welten, M. (1973): Spätglaziale Bimstufungen des Laacher Vulkanismus im Gebiet der westlichen Schweiz und der Dauphiné (F). – *Eclogae geol. Helv.* 60, 3, 533–541.
- Welten, M. (1944): Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 21, 201 S.
- (1947): Pollenprofil Burgäschisee. Ein Standardprofil aus dem solothurnisch-bernischen Mittelland. – *Ber. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 1946, 101–111.
- (1950): Die Alpweiderodung im Pollendiagramm. – *Ber. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 1949, 57–67.
- (1950): Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. – *Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel Zürich* 1949, 48–57.
- (1952): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals. – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 26, 135 S.
- (1955): Pollenanalytische Untersuchungen über die neolithischen Siedlungsverhältnisse am Burgäschisee. – In: *Das Pfahlbauproblem*. Basel, 61–88.
- (1957): Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von *Ephedra* am nordwestlichen Alpenrand. – *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 67, 33–54.
- (1958a): Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berneralpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales (mit ¹⁴C-Altersbestimmungen). – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 34, 150–158.
- (1958b): Pollenanalytische Untersuchung alpiner Bodenprofile: historische Entwicklung des Bodens und säkulare Sukzession der örtlichen Pflanzengesellschaften. – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 33, 253–274.
- (1962): Bodenpollen als Dokumente der Standorts- und Bestandesgeschichte. – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich* 37, 330–345.
- (1967): Ein Brachsenkraut, *Isoëtes setacea* Lam., fossil im schweizerischen Molasseland. – *Bot. Jb.* 86, 527–536.
- (1972): Frühe Kultureinflüsse in der Vegetation des Wallis. – *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 85, 187–188.
- (1977): Résultats palynologiques sur le développement de la végétation et sa dégradation par l'homme à l'étage inférieur du Valais Central (Suisse). – *Suppl. Bull. Assoc. franç Etudes Quatern.* 47, 303–307.
- (1979): Eis, Wasser und Mensch haben das Aaretal verändert (Ergebnisse von 50 Jahren Pollenanalyse in Bern). – *Mitt. natf. Ges. Bern (N.F.)* 36, 17–40.
- (1981): Gletscher und Vegetation im Lauf der letzten hunderttausend Jahre. – *Jahrb. Schweiz. natf. Ges., wiss. Teil* 1978, Birkhäuser Basel, 5–18.
- (1982a): Pollenanalytische Untersuchungen im jüngeren Quartär des nördlichen Alpen-Vorlandes der Schweiz. – *Beitr. Geol. Karte Schweiz*. (im Druck).
- (1982a): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schweizerischen Nationalparks. – *Ergebn. wiss. Untersuch. Schweiz. Nationalpark* 15 (Nat.-Park-Museum Chur, im Druck).
- Winistorfer, J. (1978): Paléogéographie des stades glaciaires des vallées de la rive gauche du Rhône entre Viège et Aproz. – *Bull. Murithienne* 94, 1977, 9–72.
- Zoller, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. – *Denkschr. Schweiz. natf. Ges.* 83, 2, 45–156.
- (1964): Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz.–*Schweiz. Z. Forstwesen* 115.
- Zoller, H. und Kleiber, H. (1971): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. – *Verh. natf. Ges. Basel* 81, 90–154.